JAHRGANG XXVII. 1877. HEFT XI UND XII.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Erlafs d. d. Berlin, den 24. Juni 1877, die Umgestaltung der jährlich zu erstattenden Bau-Rapporte betreffend, nebst Ergänzungs-Bestimmung hierzu vom 9. August 1877.

Es wird beabsichtigt, in der amtlichen Zeitschrift für Bauwesen alljährlich eine in gedrängter Kürze zu haltende Uebersicht von den im Laufe des vergangenen Jahres in der Ausführung begriffen gewesenen Staatsbauten zur öffentlichen Kenntnifs zu bringen.

Da sich ergeben hat, dafs die bisher vorgeschriebenen jährlichen Rapporte hierfür nicht genügendes Material gewähren, so veranlasse ich die Königliche Regierung, die Aufstellung der durch die Circular-Verfügungen vom 27. Februar 1821 resp. 30. November 1843 und vom 17. März 1854 (für Schleswig, Cassel, Wiesbaden und sämmtliche Landdrosteien durch den Erlafs vom 23. Mai 1874) angeordneten Rapporte fortan auf Grund der beifolgenden neuen Schemata A und B zu bewirken und dieselben bis zum 20. Januar eines jeden Jahres pünktlich und ohne Erinnerung an mich einzureichen, oder zutreffenden Falls Vacat-Anzeigen zu erstatten. Bauten, deren Kosten auf 50000 ℳ oder mehr sich belaufen, sind dabei nach den Beispielen*) sub 1, 4 und 6 des Schemas A zu behandeln, wobei es besonders darauf ankommt, dafs die in Spalte 7 verlangten Daten möglichst ausführlich, aber gedrängt gegeben werden. Ueber Bau-Ausführungen, welche den Betrag von 50000 ℳ nicht erreichen, sind nur summarische Angaben ohne Skizzen für Spalte 7 nach den Beispielen sub 2, 3 und 5 Schema A erforderlich. Bauten unter 10000 ℳ sind überhaupt nicht zu berücksichtigen. Werden Bauten nicht in dem Jahre vollendet, in welchem über sie zum ersten Male ein Rapport erstattet wird, so ist die Beschreibung Spalte 7 des Schemas in den folgenden Jahren nicht zu wiederholen, sondern nur über den weiteren Verlauf der Bauausführung zu berichten.

Bei der Circular-Verfügung vom 9. März cr. behält es, abgesehen von der durch den vorstehenden Erlafs angeordneten Umgestaltung der in derselben erwähnten älteren Jahresrapporte, durchweg das Bewenden.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Achenbach.

An sämmtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien sowie an die Königliche Ministerial-Bau-Commission.
III. 21319/76.

Schema A.

Rapport

über die Ausführung der zum Ressort des Königlichen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten nicht gehörigen Neu- und Reparatur-Bauten in dem ...... Bezirk .... Für das Jahr 18 ..
Eingereicht den . . ten Januar 18 . . .

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues.	Anschlags-Summe ℳ	Kosten pro □ᵐ bebaute Fläche bei Hochbauten. ℳ	Zeitpunkt, an welchem der Bau begonnen worden, wie weit gegenwärtig derselbe gediehen ist und bis zu welcher Zeit man der Vollendung des Baues entgegensehen kann, unter Angabe der technischen Lage des Baues und von Verhältnissen und Ereignissen, welche auf die Bau-Ausführung von Einflufs sind.	Name des leitenden Kreis-Baubeamten.	Kurze Beschreibung des Baues in Bezug auf die Beschaffenheit der Baustelle, Disposition der Grundrisse, resp. sonstige Anordnungen der Situation, hinsichtlich des gewählten Baustyls, der hauptsächlich zur Verwendung kommenden Materialien, Art der Fundamentirung, Heizung und Ventilation, sowie überhaupt aller sonstigen eigenthümlichen und interessanten Constructionen, einschliefslich der zur Anwendung gekommenen Arbeits-Maschinen, unter Beigabe von Grundrifs- resp. Plan-Skizzen.	Anmerkungen nebst Anzeigen 1. Aus welchen Fonds die Kosten erfolgen. 2. Ob und welche Beihülfe dem leitenden Baubeamten bewilligt ist. 3. Ob die veranschlagten Summen bei der Ausführung zutreffen oder welche Differenz sich muthmaafslich ergeben wird etc.

Schema B.

Rapport

über die Ausführung der zum Ressort des Königlichen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten gehörigen Neu- und Reparatur-Bauten in dem ...... Bezirk .... Für das Jahr 18 ..
Eingereicht den . . ten Januar 18 . .

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues.	Anschlags-Summe ℳ	Kosten pro □ᵐ bebaute Fläche bei Hochbauten. ℳ	Zeitpunkt, an welch. d. Bau begonnen worden, wie weit gegenwärtig ders. gediehen ist und bis zu welcher Zeit man der Vollendung des Baues entgegensehen kann etc. genau wie Schema A.	Name des leitenden Kreis-Baubeamten.	Kurze Beschreibung des Baues in Bezug auf die Beschaffenheit der Baustelle, Disposition der Grundrisse resp. sonstige Anordnungen der Situation etc. genau wie Schema A.	Anmerkungen nebst Anzeigen. 1. genau wie Schema A.

*) Die Beispiele für das Schema A sind hier nicht mit abgedruckt. D. Red.

Berlin, den 9. August 1877.

Mit der in dem Berichte vom 14. v. M. dargelegten Auffassung der Königlichen Regierung, wonach nur diejenigen Bauten an Pfarr- und Schuletablissements, bei welchen der fiscalische baare Antheil 10000 *M.* erreicht, in den durch die Verfügung vom 24. Juni cr. angeordneten Jahres-Rapporten über Neu- und Reparatur-Bauten aufzuführen sind, erkläre ich mich einverstanden.

Für diejenigen gleichartigen Bauausführungen in gleicher Kostenhöhe, zu denen jedoch Fiscus nur die Materialien zu liefern hat, wird die Aufnahme nur dann erforderlich, wenn dieselben ein besonderes bauliches Interesse bieten.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage.

An die Königliche Regierung zu Gumbinnen.

Abschrift vorstehenden Erlasses zur Kenntnifsnahme und gleichmäfsigen Beachtung.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage: gez. Schneider.

An sämmtliche übrige Königliche Regierungen und Landdrosteien. III. 13328.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 13. Juli 1877, die in Preufsen geprüften Baumeistern und Bauführern zu gewährenden Diäten und sonstigen Competenzen betreffend.

In Bezug auf die, den bei Staatsbauten etc. vorübergehend beschäftigten, in Preufsen geprüften Baumeistern und Bauführern zu gewährenden Diäten und sonstigen Competenzen bestimme ich, im Einverständnifs mit dem Herrn Finanzminister, das Folgende:

Die solchen Bautechnikern zuzubilligende Remuneration ist bei Ertheilung des bezüglichen Auftrags von der vorgesetzten Dienstbehörde im Voraus festzusetzen und darf über einen Diätensatz von 9 *M.* für Baumeister und von 6 *M.* für Bauführer in der Regel nicht hinausgehen. Die Bewilligung höherer Sätze bedarf in jedem Fall meiner vorgängigen Genehmigung und ist nur in solchen Fällen in Aussicht zu nehmen, wo sie durch die Anforderung an gesteigerte Leistungen, durch besondere, mit Verrichtung des Auftrags verbundene Ausgaben oder allgemeine Theuerung des Ortes motivirt ist. Die mit Rücksicht hierauf zu bestimmende Höhe des Diätensatzes, resp. die darnach bemessene diätarische Remuneration hat in der Regel die Entschädigung für den gesammten Dienstaufwand zu bilden, welchen die Ausführung des Geschäfts mit sich führt, so dafs daneben Liquidationen für Copialien, Schreib- und Zeichnen-Materialien, Fuhrkosten etc. nicht passiren dürfen. Ausnahmsweise können solche Nebenvergütungen nur bewilligt werden, wo sie nach dem Umfange des Baues in so hohen Beträgen erwachsen, dafs sie aus den laufenden Diäten nicht bestritten werden können und deshalb in den Anschlägen mit vorgesehen sind, bedürfen aber alsdann, unabhängig von der Feststellung der Anschläge durch die Superrevision, der Genehmigung der Centralbehörde. Soweit solche besondere Vergütungen durch den häufigen Besuch entfernt von der Wohnung oder von einander gelegener Baustellen motivirt werden, geschieht es in der Form einer Feldzulage für die Dauer der Arbeitszeit. Wird während der Bauausführung die Entsendung eines dabei beschäftigten Baumeisters oder Bauführers nach einem anderen Orte zur Besichtigung von Baumaterialien, zur Controle auswärtiger Lieferanten oder aus ähnlicher Veranlassung für angemessen befunden, so ist dies als ein besonderer Auftrag zu behandeln, welcher ebenso, wie die vorher festzustellenden Bedingungen der dafür zu gewährenden Entschädigung jedesmal meiner vorgängigen Genehmigung bedarf. Die Fuhrkosten können dabei nach §. 4 der Allerhöchsten Verordnung vom 15. April 1876 (G. S. S. 107 — 109) und zwar den Baumeistern nach den unter I 1 und II 2, den Bauführern dagegen nach den unter I 2 und II 2 festgesetzten Sätzen vergütet werden, welche Sätze künftig auch bei Liquidirung von Zureisekosten, sofern deren Zusicherung vorher erfolgt ist, allgemein in Anwendung zu bringen sind.

Beim Fortbezug der laufenden Diäten oder der monatlichen Remuneration, ist für die Dauer solcher Reise event. ein angemessener Zuschufs von etwa 6 *M.* pro Tag für den Baumeister und 3 *M.* pro Tag für den Bauführer an Stelle der den angestellten Beamten zustehenden Tagegelder zu bewilligen.

Hiernach hat die Königliche Regierung bei vorkommenden Fällen zu verfahren.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage.

a) An sämmtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien (mit Ausnahme der Regierung zu Erfurt und der Königl. Ministerial-Bau-Commission).

Abschrift erhält die Königliche Regierung zur Kenntnifsnahme und Beachtung mit dem Bemerken, dafs die Ihr unterm 16. Februar d. J. abschriftlich mitgetheilte, an die hiesige Ministerial-Baucommission gerichtete Verfügung vom 10. August v. J. hierdurch aufgehoben wird.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage.

An die Königliche Regierung zu Erfurt.

Abschrift (von a) erhält die Königliche Ministerial-Bau-Commission zur Nachachtung mit dem Bemerken, dafs die Verfügung vom 10. August v. J. — III 17121 — hierdurch als aufgehoben zu betrachten ist.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage.

An die Königl. Ministerial-Bau-Commission hier.

Abschrift (von a) lasse ich Ew. Excellenz/Hochwohlgeboren zur gefälligen gleichmäfsigen Beachtung in Bezug auf die von der dortigen Strom-Bauverwaltung zu engagirenden Baumeister und Bauführer ergebenst zugehen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage: (gez.) Homeyer.

An die Königlichen Oberpräsidenten etc. zu Magdeburg, Breslau, Coblenz (je besonders) III 12252.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende August 1877.)

Des Königs Majestät haben:

dem Geheimen Ober-Baurath Schneider im Ministerium für Handel etc. den Charakter als Ober-Baudirector mit dem Range der Räthe I. Klasse verliehen und denselben mit der Leitung der technischen Geschäfte der Bau-Abtheilung des gedachten Ministeriums betraut,

das bisherige Mitglied der Eisenbahn-Direction zu Hannover, Regierungs- und Baurath Grüttefien, zum Geheimen Baurath und vortragenden Rath in der Abtheilung für die Staats-Eisenbahnen des Ministeriums für Handel etc. ernannt, und

den Bauinspectoren Wolff in Limburg und Eckhardt in Frankfurt a/M. den Charakter als Baurath verliehen.

Ferner haben des Königs Majestät bestimmt, dafs

der Regierungs- und Baurath Voigtel in Berlin, bautechnischer Revisor für die Bezirke des Garde- und III. Armeecorps, und

der Regierungs- und Baurath Beyer in Cassel, bautechnischer Revisor für die Bezirke des IV. und XI. Armeecorps, fortan statt ihres bisherigen Titels den Amtscharakter „Intendantur- und Baurath“ zu führen haben,

sowie ernannt:

die Bauinspectoren Steuer in Breslau, Esser in Coblenz, Schuster in Hannover und Paarmann in Königsberg i/Pr., bautechnische Revisoren für die Bezirke des V. und VI., VII. und VIII., IX. und X., und I. und II. Armeecorps, zu Intendantur- und Bauräthen.

Ernennungen und Beförderungen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Vieregge, früher in Breslau, ist zum Mitgliede der Eisenbahn-Direction zu Elberfeld ernannt und ihm die Function des technischen Mitgliedes bei der Eisenbahn-Commission zu Düsseldorf definitiv übertragen,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schulenburg in Berlin ist zum Mitgliede der Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn ernannt und ihm die Function des technischen Mitgliedes der Eisenbahn-Commission zu Berlin für die Berliner Verbindungsbahn und die Strecke Berlin-Sommerfeld der Niederschlesisch-Märkischen Bahn definitiv übertragen.

Die Eisenbahn-Baumeister:
Bechtel in Hagen,
Siewert in Warburg,
Textor in Hannnover (zur Zeit im Handels-Ministerium),
Neitzke in Berlin, bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn,
Frankenfeld in Cassel, bei der Main-Weser Bahn,
Theune in Glogau und
Lengeling in Cochem an d. Mosel
sind zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren daselbst befördert.

Der Land-Baumeister Helbig in Trier ist zum Bauinspector in Wiesbaden,

der Land-Baumeister Schmitz in Crefeld zum Bauinspector daselbst,

der Kreis-Baumeister Freudenberg in Mülheim an d. Mosel zum Bauinspector daselbst,

der Kreis-Baumeister Röhnisch in Cassel zum Bauinspector daselbst,

der Kreis-Baumeister Friese zu Neustadt O/S. zum Bauinspector in Kiel und

der frühere Gräflich Stolberg'sche Baurath Schulz zum Kreis-Baumeister in Verden ernannt.

Dem Bauinspector Grun in Stallupönen die Meliorations-Bauinspector-Stelle für die Provinz Ostpreufsen mit dem Wohnsitze zu Königsberg verliehen.

In der Militair-Verwaltung sind:

der frühere Kreis-Baumeister Boethke zu Posen,
der frühere Kreis-Baumeister Habbe zu Hannover,
der Land-Baumeister Schönhals zu Breslau,
der Land-Baumeister Sommer zu Erfurt,
der Land-Baumeister Kühtze zu Altona,
der Land-Baumeister Appelius zu Berlin,
der Land-Baumeister Busse zu Berlin,
der Land-Baumeister Honthumb zu Münster,
der Land-Baumeister Sluytermann van Langeweyde in Berlin,
der Land-Baumeister Schüfsler in Spandau,
der Baumeister Ullrich in Cassel,
der Baumeister Spitzner in Frankfurt a/O.,
der Baumeister Wodrig in Berlin, zweiter Assistent des Ministerial-Bauraths im Kriegs-Ministerium
zu Garnison-Bauinspectoren befördert.

Der Post-Baumeister Kefsler in Berlin ist zum Post-Bauinspector bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung befördert.

Erste Anstellungen und Ernennungen.

Der Baumeister Gamper zu Neufahrwasser ist als Kreis-Baumeister in Creuzburg, Regierungsbezirk Oppeln,

der Baumeister Krebs als Land-Baumeister bei der Regierung in Trier und

der Baumeister Duisberg als Garnison-Baumeister in Trier angestellt.

Der Baumeister Reimann in Berlin, beauftragt mit der Leitung des Neubaues des Berliner Criminalgerichts-Gebäudes im Stadttheil Moabit, ist zum Land-Baumeister ernannt.

Versetzungen und Wohnsitz-Verlegungen.

Der Regierungs- und Baurath Lex, bisher Vorsitzender der Eisenbahn-Commission zu Hagen, ist als zweites bautechnisches Mitglied der Eisenbahn-Direction nach Elberfeld,

der Regierungs- und Baurath Janssen, bisher Vorsitzender der Eisenbahn-Commission zu Altena, in gleicher Eigenschaft an die Eisenbahn-Commission zu Hagen,

der Regierungs- und Baurath Buchholz, Mitglied der Eisenbahn-Commission (Bergisch-Märkische) zu Cassel als commissarischer Vorsitzender an die Eisenbahn-Commission zu Altena,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Naumann zu Elberfeld nach Cassel versetzt und mit der Function des

technischen Mitgliedes der Eisenbahn-Commission (Bergisch-Märkische) daselbst betraut;
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Delmes ist von Cassel nach Elberfeld als Vorsteher des bautechnischen Central-Büreaus der Eisenbahn-Direction daselbst,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Grofsmann von Sagan nach Breslau versetzt; ferner sind

die Eisenbahn-Baumeister:
Krackow von Posen nach Breslau,
Seick von Hagen nach Cassel,
Wollanke von Elberfeld nach Hamm und
Gottstein von Breslau nach Neisse,
sowie die Bauinspectoren:
Meienreis von Berlin nach Görlitz,
Soenderop von Stolp nach Berlin,
Arend von Hofgeismar nach Stolp,
Wolff von Halle a/S. nach Delitzsch,
und die Kreis-Baumeister:
Meydenbauer von Iserlohn nach Meschede,
Jäger von Paderborn nach Hofgeismar,
Borchers von Cöln an die Regierung zu Oppeln,
Staudinger von Olpe nach Neustadt O/S. versetzt worden.
Der Land-Baumeister Demnitz ist von Oppeln nach Berlin versetzt behufs Beschäftigung in der Bau-Abtheilung des Ministeriums für Handel.
Der Bauinspector Spangenberg hat seinen Wohnsitz von Gelnhausen nach Steinau, Reg.-Bez. Cassel, verlegt, ebenso der Kreis-Baumeister Zweck von Mayen nach Coblenz, und der Kreis-Baumeister Wolff von Herzberg nach Osterode a/H.

Bei der Allgemeinen Bauverwaltung, resp. aus dem Staatsdienste sind ausgeschieden:
der Bauinspector Esser in Wiesbaden,
der Kreis-Baumeister Habbe in Verden,
der Meliorations-Bauinspector Krah in Königsberg i/Pr.,
der Land-Baumeister Schönhals in Bromberg,
der Bauinspector Guinbert in Kiel und
der Land-Baumeister Gummel in Oppeln.

In den Ruhestand treten, resp. sind getreten:
der Regierungs- und Baurath Kranz zu Hildesheim,
der Baurath Wolff in Görlitz,
der Baurath Simon zu Mühlhausen i/Th.,
der Bauinspector Sommer in Zeitz,
der Kreis-Baumeister Baumgarten in Neufs und
der Kreis-Baumeister Schmieder in Herzberg, Reg.-Bez. Merseburg.

Auf längere Zeit ist beurlaubt:
der Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector Schepers zu Elberfeld.

Gestorben sind:
der Geheime Admiralitätsrath Buchholz in Berlin,
der Kreis-Baumeister Weidner in Creuzburg in O/S. und
der Regierungs- und Baurath Spannagel in Trier.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Das Gebäude der Mitteldeutschen Creditbank in Berlin, Behrenstrafse Nr. 1 & 2.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 25 im Atlas.)

Das Gebäude der Mitteldeutschen Creditbank wurde in den Jahren 1872 bis 1874 erbaut.

Für die Disposition der Anlage war in erster Linie die Forderung zweckmäfsiger, gut beleuchteter Büreaulocalitäten im Parterre und der ersten Etage maafsgebend, während die Verwendung des obersten Geschosses zu zwei Wohnungen dabei von untergeordneter Bedeutung blieb. Der hierdurch bestimmte Charakter des Gebäudes ist in der Hauptfaçade dadurch zum Ausdruck gebracht, dafs Parterre und erstes Geschofs weite Lichtöffnungen erhalten haben, wogegen dieselben in der obersten Etage dem Bedürfnifs von Wohnräumen entsprechend getheilt und gegliedert sind.

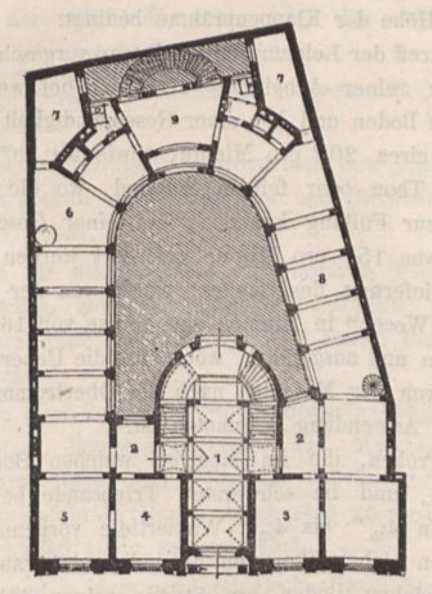
Die umstehenden Holzschnitte zeigen den Grundrifs des Gebäudes im Erdgeschofs und im ersten Stock. Der bessern Beleuchtung halber wurden die Seitenflügel möglichst wenig tief, somit der Hof verhältnifsmäfsig grofs und das dritte Geschofs steil abfallend als Mansarde gebildet.

Die schiefe Grundform des Bauplatzes hatte die Anordnung zur Folge, dafs der Hof einen halbkreisförmigen Abschlufs erhielt. Hierdurch wurde erreicht, dafs dem Eintretenden der Bruch der Hauptaxe des Gebäudes nicht so leicht in die Augen fällt. Da ferner die nach dem Hofe führenden Fenster der Geschäfts-Etagen möglichst grofs angeordnet wurden, so erscheint der Hof fast als Innenraum und zu den Geschäfts-Etagen gehörig, und ist deshalb auch in reicher Architektur ausgebildet worden.

Im Hintergrunde des geräumigen Haupteingangsflurs führt eine doppelarmige massive Treppe zur ersten Etage hinauf; dieselbe ist so angeordnet, dafs sie unter dem Hauptpodest eine ziemlich hohe Durchfahrt frei läfst und Durchsicht nach dem Hofe gewährt. Die Fortsetzung dieser Treppe zur obern Wohn-Etage ist einarmig und in Holz ausgeführt.

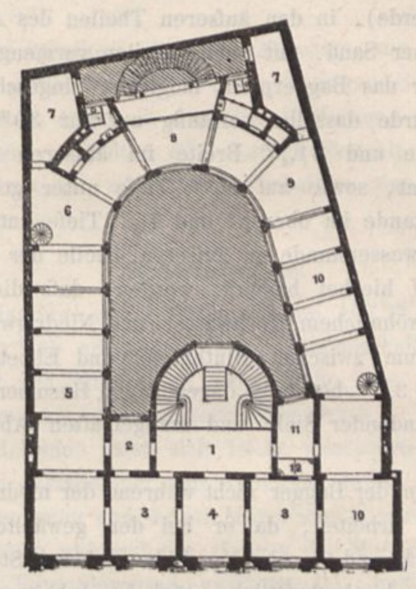
In der Verlängerung des Haupteinganges über den Hof hinweg ist in dem hinteren Gebäudetheil eine zweite Treppe angeordnet, welche, nicht so bedeutend wie die Vordertreppe, aber immer noch stattlich in Holz-Architektur durchgebildet, zu den Kassenlocalen des Geschäftes führt und den Zweck hat, diesen Verkehr, der durch eine grofse Anzahl von Kassenboten vermittelt zu werden pflegt, von dem Verkehr des Publikums mit dem Directorium und dem übrigen Personal zu trennen.

Erdgeschofs.



1. Durchfahrt. 2. Vorzimmer. 3. Sprechzimmer. 4. Directorzimmer. 5. Hypotheken-Abtheilung. 6. Hauptkasse. 7. Tresor. 8. Kasse eines vermietheten Banklocals. 9. Vestibül.

Erster Stock.



1. Vorraum. 2. Vorzimmer. 3. Directoren. 4. Sitzungszimmer. 5. Buchhalterei. 6. Effecten-Büreau. 7. Tresore. 8. Vorsaal. 9. Couponkasse. 10. Correspondenz-Büreau. 11. Expedition. 12. Toilette.

Die repräsentative Bestimmung des Gebäudes findet in der durchaus soliden und theilweise reichen Durchführung ihren Ausdruck. Die Façade ist in allen Architekturtheilen in Seeberger Sandstein, die zurückliegenden Flächen sind in feinen gelben Verblendsteinen ausgeführt.

Die Architektur des Haupteinganges und der Haupttreppe ist in demselben Material mit theilweiser Marmorbekleidung, ebenso ein Theil der in der Haupt-Etage belegenen Repräsentationsräume angemessen architektonisch ausgebildet; dagegen sind die Büreau- und Arbeitsräume möglichst einfach gehalten.

Sämmtliche Räume, einschliefslich der obern Wohnungen, werden durch eine Wasserheizung mit Mitteldruck erwärmt, welche in den hervorragenden Wohnräumen durch Kaminanlagen unterstützt ist.

Das Dach ist in Holzcement eingedeckt.

Die gesammten Baukosten haben sich auf 645000 ℳ. berechnet.

Ende & Böckmann.

Eiserner Dampfbagger „Herkules" zu Husum (Provinz Schleswig-Holstein).

(Mit Zeichnungen auf Blatt 64 und 65 im Atlas und auf Blatt T im Text.)

Die Stadt Husum an der schleswigschen Westküste liegt an der Husumer Aue, welche sich in den, der Jade ähnlichen Wattenstrom, die Hever, ergiefst. Die Zweigbahn Tönning-Jübeck berührt Husum und verbindet die Stadt mit dem Haupteisenbahnnetze, welches die Provinz Schleswig-Holstein vom Süden nach dem Norden durchzieht.

Die Entfernung des Husumer Hafens, der von der Husumer Aue durchströmt wird, bis an die Hever beträgt $5,_{0}$ Km und die Entfernung von diesem Vereinigungspunkte beider Gewässer bis zur Nordsee (Heveransegelungstonne 54° 22′ 11″ nördlicher Breite und 8° 19′ 51″ Länge, östlich von Greenwich) ist = $47,_{36}$ Km.

Mittelst Uebertragungsacte vom 30. Juni 1847 trat die Stadt Husum den bis zu diesem Zeitpunkte städtischen Hafen der Dänischen Regierung ab. Sie verpflichtete sich hierbei zu den staatsseitig schon seit dem Jahre 1842 geplanten Husumer Hafenbauten, durch welche vorwiegend eine Correction des Fahrwassers, sowie die Herstellung von Stromfangedämmen und die Erbauung eines gröfseren Docks in's Auge gefafst war, einen Beitrag von 48000 ℳ. zu leisten.

Nachdem diese Summe an die Königlich Dänische Staatskasse abgeführt war, wurde durch Allerhöchste Ordres vom 23. August und 2. November 1847 die Summe von 121500 ℳ. zur Ausführung obgedachter Bauten bewilligt. — Durch die am 24. März 1848 stattgehabte Erhebung der Herzogthümer gegen Dänemark wurden die schon in Angriff genommenen Bauten sistirt und auch nach erfolgtem Friedensschlufs nur wenig gefördert, so dafs beim Ausbruch des Krieges zwischen Preufsen-Oesterreich und Dänemark im Jahre 1863 es noch in Erwägung gezogen werden durfte, ob eine Fortsetzung der projectirten Anlage, welche sich den Niewedieper Hafen zum Muster genommen hatte, sich empfehle.

Die Entscheidung fiel zu Ungunsten der dänischen Vorlage aus und es wurde an Stelle derselben die Anschaffung eines kräftigen Dampfbaggerapparates verfügt, dessen vorwiegende Aufgabe es sein sollte, für die Segel- und Dampfschiffe, welche die Verbindung von Husum mit den benachbarten 15 Inseln, sowie mit Hamburg und England aufrecht erhalten, ein möglichst günstiges und genügend tiefes Fahrwasser herzustellen und zu erhalten.

Es waren bei der Feststellung des Baggerrinnenprofils bezw. der Dampfbaggerconstruction besonders folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) Es findet in dem hiesigen Wattengebiet eine sehr starke Ablagerung von Sinkstoffen statt, die in den oberen

Theilen der Husumer Aue vorwiegend Klaiboden (thonhaltige Marscherde), in den äufseren Theilen des Auegebietes dagegen feiner Sand, mit Schlicktheilen vermengt, ist. Es mufste daher das Baggerprofil möglichst eingeschränkt werden und wurde dasselbe vorläufig auf nur 30^m Breite im oberen Theile und $31,_4{}^m$ Breite im äufseren Theile der Aue bestimmt, sowie auf $3,_5{}^m$ Tiefe unter gewöhnlichem Hochwasserstande im oberen, und $4,_0{}^m$ Tiefe unter gewöhnlichem Hochwasserstande im äufseren Theile der Aue.

Es darf hierbei bemerkt werden, dafs die Differenz zwischen gewöhnlichem Hochwasser und Niedrigwasser, also das Interstitium zwischen Fluthgipfel und Ebbethal in der Auemündung $3,_2{}^m$ beträgt, dagegen im Husumer Hafen in Folge einmündender Siele und mangelhaften Abflusses nur $2,_3{}^m$.

2) Es kann der Bagger nicht während der niedrigen Ebbewasserstände arbeiten, da er bei der gewählten Baggerrinnentiefe während der hohlen Ebbe mehrere Stunden festsitzt. Seine durchschnittliche tägliche Arbeitszeit reducirt sich in Folge dessen, trotzdem der Betrieb, sofern es der Stand des Wassers erlaubt, mit Tagesgrauen beginnt und erst bei Einbruch der Nacht beendigt wird, auf kaum 7 Stunden.

3) Der Bagger mufs sich frei arbeiten, d. h. er mufs fähig sein, sich auch in das von wenig oder gar keinem Wasser bedeckte Terrain hineinzuarbeiten, da ohne diese Eigenschaft er nicht im Stande wäre, die sich zum Theil durch höhere Watten und grüne Vorlandskanten hindurchziehende Correctionslinie herzustellen.

4) Der Bagger darf, um die Husumer Schleuse passiren zu können, in seiner gröfsten Breite $7,_7{}^m$ nicht übersteigen.

Das Programm, welches für die Lieferung des Dampfbaggers aufgestellt wurde, legte daher besonderes Gewicht auf einen möglichst geringen Tiefgang, der unter Berücksichtigung der kräftigen Schiffsconstruction, welche durch das häufige Sitzen des Baggers auf unebenem Grunde bedungen wurde, und der schweren Maschinenconstruction, welche die erforderliche grofse Leistungsfähigkeit des Baggers nöthig machte, zu höchstens $1,_5{}^m$ bei vollständiger Ausrüstung und gefüllten Kesseln und Kohlenbunkern fixirt wurde.

Aus der Bedingung des Sichfreibaggerns resultirte ferner ohne Weiteres die Construction einer stark vor das Vorderschiff tretenden Eimerleiter, welcher Vorstand zu $2,_2{}^m$ bei $1,_8{}^m$ Tiefen-Stellung der Leiter festgesetzt wurde.

Um ferner die Ecken *ee* der Baggerrinne herausbaggern zu können (vergl. die Skizze auf Bl. T im Text), mufste das Vorderschiff, wie die Zeichnung zeigt, etwas beschnitten werden.

Als gröfste Wassertiefe, in der der Bagger arbeiten soll, wurde, um ihn auch an anderen Stellen gebrauchen zu können und bei wachsendem Wasser seine Arbeitszeit zu vermehren, $6,_1{}^m$ bestimmt, und als gröfster Winkel, den die Baggerleiter in diesem Arbeitsstadium mit der Horizontalen bildet, circa 39^0, um beim Arbeiten im Seegang ein zu hartes Aufstofsen der Leiter zu vermeiden.

Die Neigung der Schüttrinnen gegen die Horizontale wurde zu höchstens $33\,^1/_2{}^0$ festgesetzt und zugleich bestimmt, dafs die Rinnen stark muldenförmig zu halten seien, um das mitgeführte Wasser besser zu concentriren und hierdurch das in ihnen liegende Erdmaterial leichter abzuführen. Die Höhe der Unterkante der Schüttrinne, bezw. deren Klappe wurde durch die Höhe der Klappenprähme bedingt.

In Betreff der Leistungsfähigkeit war vorgeschrieben, dafs pro Stunde reiner Arbeitszeit 100 kb^m bei weichem gutschüttenden Boden und bei einer Geschwindigkeit der Eimerkette von circa 20^m pro Minute, sowie 50 kb^m bei festem gemischten Thon oder feinem Seesand, wo die Eimer nur theilweise zur Füllung kommen, bei einer Geschwindigkeit der Kette von 15^m pro Minute gefördert werden sollen.

Die Lieferung des Baggers wurde von der Actien-Gesellschaft „Weser“ in Bremen zum Preise von 163600 Mark übernommen und ausgeführt, wobei für die Uebertragung der Bewegung von der Maschine nach der Obertrommel Riemenbetrieb zur Anwendung gekommen ist.

Die Proben, die im hiesigen weichen Boden in 3^m Wassertiefe, und im schwersten Triebsande bei der Insel Pellworm in $4,_5{}^m$ bis $4,_8{}^m$ Wassertiefe vorgenommen wurden, stellten sich vollkommen befriedigend heraus; es wurden im weichen Boden pro Stunde reiner Arbeitszeit = 125 kb^m, im Prahm gemessen, bei 80^k Kohlenverbrauch, und im festen Triebsande = 70 kb^m bei 125^k Kohlenverbrauch gefördert.

Beim Baggern im letzteren, der von sehr wenig Wasser begleitet in die Schüttrinne fiel, war diese nicht im Stande, denselben abzuführen, und es mufsten 3 bis 4 Arbeiter das Gleiten des Sandes mittelst Hacken, sowie Niedertreten mit den Füfsen befördern, ungeachtet die Fabrik, nach Ausweis der Zeichnung auf Blatt 64 im Atlas, die Neigung von $33\,^1/_2{}^0$ der Schüttrinne gegen die Horizontale innegehalten hatte. Derselbe Fall wiederholte sich in diesem Herbste, als fester und reiner Moorboden gebaggert wurde, wo die Baggerarbeit mehrfach $^3/_4$ Stunden unterbrochen werden mufste, um den Moorboden aus der Schüttrinne zu entfernen. Durch Dichtmachen aller in den Eimern angebrachten kleinen Löcher und Anwendung der Deckreinigungs-Dampfspritze wurde etwas Wasser in die Schüttrinne gebracht und es besserte sich hierdurch das Hinabgleiten des Moorbodens in der letzteren etwas.

Noch bessere Resultate wurden dadurch erreicht, dafs versuchsweise mit einer Feuerspritze pro Minute etwa 200 Liter Wasser oben in die Schüttrinne gepumpt wurden, wodurch der Moorboden zum guten Gleiten gelangte.

Das Fahrzeug.

Das Baggerfahrzeug des von der Actien-Gesellschaft „Weser“ gelieferten einleiterigen Dampfbaggers ist, wie aus den Zeichnungen auf Blatt 64 hervorgeht, hinten nach einem Kreisbogen abgerundet und zeigt hier und an den Seitenflächen lothrecht abfallende Wände, vorn dagegen ist dasselbe rechtwinklig abgeschnitten, mit stark gebrochenen Ecken und schräg abfallenden Wandflächen, um das Freibaggern zu ermöglichen.

Die Baggerleiter bewegt sich in einem Schlitz, welcher das Schiff vorn durchschneidet. Die beiden hierdurch entstehenden Schiffsflügel sind durch einen kräftigen, über Deck aufgebauten Bock in Eisenconstruction verbunden und können aufserdem noch beim Transport des Baggers über See durch eine 16^{mm} starke Eisenplatte dicht über der Wasserlinie, sowie durch ein Paar über Deck quer gelegte 250^{mm} im Quadrat starke eichene Balken, welche zugleich die aufge-

hobene Leiter stützen, verbunden werden. Ein zweiter eiserner Bock, der mittschiffs steht, trägt das obere Vierkant und die seitlich ausschüttenden Rinnen.

Das Fahrzeug ist, von hinten an gerechnet, in folgende Räume getheilt:

1) Kessel- und Dampfmaschinenraum mit Kohlenbunkern, Winde zum Heben der Eimerleiter und Riementransmission nach dem Vierkant,

2) Raum für die Maschine zur vorderen Seitenbewegung und Dampfwarp, sowie Reservemaschinentheile, vom erstgenannten durch eine wasserdichte, 9^{mm} starke Blechwand mit Thür getrennt,

3) neben dem Schlitz auf Steuerbordseite: Cajüten für den Baggermeister, Baggersteuermann und Maschinisten, auf Backbordseite: Küche und Volkslogis, welche Räume von dem unter 2) aufgeführten Raum durch eine wasserdichte, 9^{mm} starke Blechwand völlig getrennt sind,

4) vorn und in dem vorderen Bock: Raum für Utensilien, Kabelgatt und Privet,

5) unter den Schüttrinnen desgleichen für Utensilien.

Die Hauptdimensionen des Fahrzeuges sind: Länge über Deck $27{,}_{48}{}^{m}$, Breite auf Deck incl. Fender $7{,}_{3}{}^{m}$, Breite im Lichten $7{,}_{1}{}^{m}$, Länge des Schlitzes auf Deck $14{,}_{2}{}^{m}$, Breite desselben $1{,}_{6}{}^{m}$, Höhe des Fahrzeuges in der Mitte, vom Boden bis unter Deck, $3{,}_{4}{}^{m}$, desgl. an den Seiten $3{,}_{2}{}^{m}$, Tiefgang $1{,}_{4}{}^{m}$.

Das Gewicht des Baggers stellt sich nach Angabe der Lieferantin wie folgt:

Schiffsrumpf	117000 k
Dampfmaschine und Rohrleitung	11000 k
2 Dampfkessel zusammen . .	10000 k
Baggereinrichtung	59300 k
Ausrüstungs-Inventar etc. . .	24800 k
Total	222100 k.

Die Bleche des Fahrzeuges sind im Boden 9^{mm}, in der Kimmung 9^{mm} und im obersten Gang der Aufsenhaut 8^{mm}, sowie in den vordersten Platten des oberen Ganges vom Schlitz, an welche der zur Verbindung der beiden Schiffsflügel dienende vordere Bock genietet ist, 10^{mm} stark. Eine gleiche Blechstärke zeigen die beiden Böcke, welche die Eimerleiter tragen. Die übrigen Platten der Aufsenhaut bezw. des Schlitzes sind 8^{mm} stark.

Die Spanten, welche im Maschinenraum 450^{mm} und übrigens 500^{mm} von einander entfernt stehen, sind Eckeisen von $50^{mm} \times 65^{mm} \times 8^{mm}$; die Bodenstücke sind im Maschinenraum 315^{mm} hoch, 8^{mm} stark und übrigens 180^{mm} hoch, $6{,}_{5}{}^{mm}$ stark. Sie sind unten mit den Spanten vernietet und oben durch ein Eckeisen von $45^{mm} \times 45^{mm} \times 6{,}_{5}{}^{mm}$ garnirt. Die Garnireckeisen gehen überall abwechselnd bis an die Kimmung und bis zum Schandeck und sind hier mit den Spanten vernietet. Nur bei den beiden dem Schlitz zugekehrten Seiten ist diese Verstärkung darauf reducirt, dafs nur jedes zweite Spant Garnireckeisen bis bezw. an die Kimmung und an das Schandeck heran erhalten hat.

Die den Schlitz bildenden Wände setzen sich nach hinten zu als 315^{mm} hohe Kielschweife fort und sind hier mit den Bodenstücken durch Eckeisen von $45^{mm} \times 45^{mm} \times 6{,}_{5}{}^{mm}$ verbunden und an der Oberkante mit Eckeisen von $50^{mm} \times 50^{mm} \times 8^{mm}$ garnirt.

Die Decksbalken, bei der Maschine aus Winkeleisen von $80^{mm} \times 105^{mm} \times 10^{mm}$, im Uebrigen $80^{mm} \times 90^{mm} \times 10^{mm}$ stark, liegen in doppelter Entfernung wie die Spanten. Das aus geriffelten 8^{mm} starken Eisenblechplatten hergestellte Deck ist mit den Decksbalken durch versenkte Niete verbunden.

Dampfmaschine.

Die Maschine mit 2 Cylindern von 407^{mm} Durchmesser und 534^{mm} Hub arbeitet an einer gemeinschaftlichen Welle und macht pro Minute 70 Doppelhübe, bei einer Kesselspannung von $1\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck.

Die Maschine läfst sich leicht umsteuern, und es geschieht die Vertheilung des Dampfes durch Schieber mit Coulissensteuerung und durch Meyer'sche Expansionsschieber, welche letztere während des Ganges der Maschine auf jeden beliebigen Expansionsgrad zwischen $0{,}_{0}$ und $0{,}_{7}$ gestellt werden können. — Der Gang der Maschine wird ferner durch einen Regulator, welcher auf eine Drosselklappe wirkt, regulirt. Der verbrauchte Dampf wird durch den Oberflächencondensator, welcher horizontal zwischen den beiden schräg gelagerten Dampfcylindern liegt, condensirt und von dort wieder in den Kessel gepumpt.

Den zum Betriebe erforderlichen Dampf liefern zwei am Schiffsende gelagerte Röhrenkessel. Beim Auswechseln von Eimerkettenbolzen und ähnlichen Arbeiten, bei denen ein Drehen des Vierkants nöthig wird, wird nur ein Kessel geheizt und kann der andere während dessen gereinigt werden.

Transmission und Bewegungsapparate.

Von der Maschine wird die Bewegung übertragen:

1) nach der Kettentrommel zum Heben und Senken der Eimerleiter, welche unter Deck unmittelbar hinter dem hinteren Dampfcylinder querschiffs gelagert ist und durch eine Schneckenübersetzung gedreht wird. Die etwas geneigte Lage der Kettentrommel hat darin ihren Grund, dafs sie gestattet, statt eines Schneckenrades ein gewöhnliches Stirnrad in die Schnecke greifen zu lassen. Das Heben und Senken der Leiter erfolgt durch Auf- und Abwickeln der zwei einfachen Flaschenzugsketten von 26^{mm} Dicke auf die Kettentrommel, bezw. von derselben. Dasselbe wird besorgt durch Andrücken je der einen oder der anderen der beiden Frictionsscheiben f_1 und f_2 (siehe Detailzeichnung der Dampfmaschine, Blatt 65) gegen die zwei conischen Räder, welche in das, auf die vertikale Schneckenwelle gekeilte conische Rad greifen, somit lose auf der Welle laufen. Der Baggersteuermann besorgt das Andrücken, bezw. Heben und Senken von Deck aus, mit Hülfe einer Schraube f_3.

2) nach dem die Eimerleiterkette treibenden oberen Vierkant, welche Uebertragung durch einen $17{,}_{69}{}^{m}$ langen, lothrecht aufsteigenden, mit 776^{m} Geschwindigkeit bei 70 Doppelhüben des Dampfkolbens pro Minute laufenden, 320^{mm} breiten und 6^{mm} dicken Gummiriemen bewerkstelligt wird, dessen Elasticität drei baumwollene Einlagen vermindern.

3) nach dem Dampfwarp auf Backbordseite des Baggers zum Verholen des Baggers und der Prähme. Dasselbe wird von der nach dem Seitenbewegungsapparat führenden Trans-

missionswelle aus mittelst Riemen betrieben; das Warp auf Steuerbordseite geht vor Hand.

4) nach dem Apparat zur Erzeugung der vorderen Seitenbewegung, welcher zwischen der Kettentrommel und der schrägen Schlitzwand, also unter dem, das Vierkant tragenden Bocke und ebenfalls unter Deck liegt.

Der Apparat besteht aus zwei längsschiffs liegenden, mit halbrunden Furchen versehenen Trommeln, die, durch Stirnräder mit einander verbunden, sich in gleicher Richtung und Geschwindigkeit drehen. Die die Seitenbewegung des Baggers bewirkende, 21^{mm} starke Kette ist in $4\frac{1}{2}$ facher Windung um die Trommeln geschlungen und wird durch die Reibung in den Trommelfurchen mitgenommen.

Durch Anpressen von Scheiben gegen ein Paar conische Räder, (g_1 bezw. g_2, siehe Grundrifs auf Blatt 64) wird die Bewegung der Trommeln von links nach rechts in eine solche von rechts nach links beliebig geändert und hierdurch der Dampfbagger seitlich hin und her verholt. Der diese Bewegung leitende Baggersteuermann steht auf Deck, dicht beim grofsen Mittelbocke, und besorgt den Wechsel der Bewegung mit Hülfe einer Schraube g_3.

Die Seitenbewegungs-Ketten gehen von der letzten Trommelfurche lothrecht durch Decksklüsen aufs Deck, werden von dort durch Rollen weiter geleitet und treten dicht vor dem vordersten Bock über Bord, um in einer Entfernung von 150^m bis 200^m verankert zu werden. Die Geschwindigkeit der Seitenbewegung war 8^m pro Minute.

Der von der Actien-Gesellschaft „Weser“ ursprünglich gelieferte Seitenbewegungsapparat zeigte sich, da die hiesigen Verhältnisse ein Baggern vor einer sehr hohen Bank erfordern und hierdurch eine sehr grofse Kraft auf die Seitenketten kommt, zu schwach und wurde, da er häufig brach, durch einen stärkeren Apparat ersetzt, dessen Trommel zugleich, um das Gleiten der Kette zu verhindern, eine Furche mehr erhielt. Die Verstärkung ist wesentlich dadurch erreicht worden, dafs die Räder und Wellen durchweg stärker genommen sind, die Geschwindigkeit der Seitenbewegung von 8^m auf $6,_5$^{m} pro Minute reducirt ist und aufserdem die Stirnräder an dem einen Trommelende Stützkränze erhalten haben, sowie dafs ferner auch noch ein System von Stützrädern am andern Ende der Trommel eingeschaltet worden ist.

Diese neue Seitenbewegung hat sich als sehr solide erwiesen und auch die modificirte Geschwindigkeit als zweckmäfsig.

Der von der Actien-Gesellschaft „Weser“ construirte Seitenbewegungsapparat gewährt den Vortheil, dafs seine Theile wenig verschleifsen und leicht auszuwechseln sind, und ferner, dafs er den Decksraum nicht beengt und nicht vom herabspritzenden Baggerschmutz leidet; dagegen hat er den Nachtheil, dafs der Baggermeister ihn nicht beobachten kann und dafs, da die ungetheilte, für beide Seitenbewegungsrichtungen dienende Kette, besonders während der Ebbezeit und auch um die Passage der Schiffe im engen Fahrwasser nicht zu hindern, nie völlig stramm gezogen werden kann, bei jedem Wechsel der Seitenbewegung einige leere Baggereimer erscheinen.

Die ältere Einrichtung ist aus dem Längenschnitt und dem Grundrifs der Baggerzeichnung auf Blatt 64 ersichtlich, die neuere dagegen auf Blatt T in grofsem Maafsstabe dargestellt.

Die Hinterkette, die nur bei Fluthströmung erforderlich ist, sowie die hinteren Seitenketten gehen vor Hand. Die Hinterkette geht über Deckskante in's Wasser und wird durch die grofse, hinterschiffs stehende Winde bewegt. Die hinteren Seitenketten treten nach dem Projecte, um nicht mit den Prähmen zu collidiren, durch lange, schräg liegende Klüsen unter Wasser aus dem Schiff heraus und werden durch eine schwächer übersetzte, mit Spillköpfen versehene kleine Winde, die gleichfalls auf Deck und zwar in der Nähe des Punktes steht, wo die langen Klüsen aus dem Deck heraustreten, bewegt. Da die hinteren Seitenketten sich an den unteren Klüsenrändern, wo sie ihre Richtung ändern, stark reiben und ihre Bearbeitung durch Handkraft schwierig fiel, so sind dieselben neuerdings mit durch die Hinterkettenklüse über Deckskante ins Wasser geführt und es wird der an der Hinterkettenwinde befindliche, ausrückbare, senkrechte Spillkopf zur Bearbeitung der hinteren Seitenketten benutzt.

Durch Rückübersetzung wird mit Hülfe der oben angebrachten Stirnräder die grofse Geschwindigkeit des Riemens mit nur $16,_8$^{m} pro Minute auf die Eimerleiterkette übertragen. Aus dieser Geschwindigkeit folgert je nach der Schwere des Eimereingriffes eine Anzahl von $12,_9$ bis 13 schüttenden Eimern pro Minute.

Die Uebertragung der Kraft auf's Vierkant mittelst Riemens, die nach Angabe der belgischen Unternehmer Tilkan Frères in Lüttich bei den grofsen holländischen Baggerarbeiten schon seit längerer Zeit zur Anwendung gelangt ist, hat sich hier sehr bewährt. Ein solcher Riemen, welcher ca. 350 ℳ kostet, hält sich, wenn nicht besondere Unglücksfälle eintreten, 2 Jahre lang und bedarf in dem ersten Monate einer etwa 3- bis 4 maligen und später etwa alle $1\frac{1}{2}$ Monate einer einmaligen Nachspannung, die sehr einfach und rasch zu bewerkstelligen ist.

Die belgischen Unternehmer erklärten bei Anwendung von Riemen die Frictionskuppelung für überflüssig.

Bei dem Riemen des hiesigen Dampfbaggers war selbst bei dem schwersten Eingriff der Eimer das Gleiten auf der Riemscheibe so gering, dafs es kaum zu constatiren war.

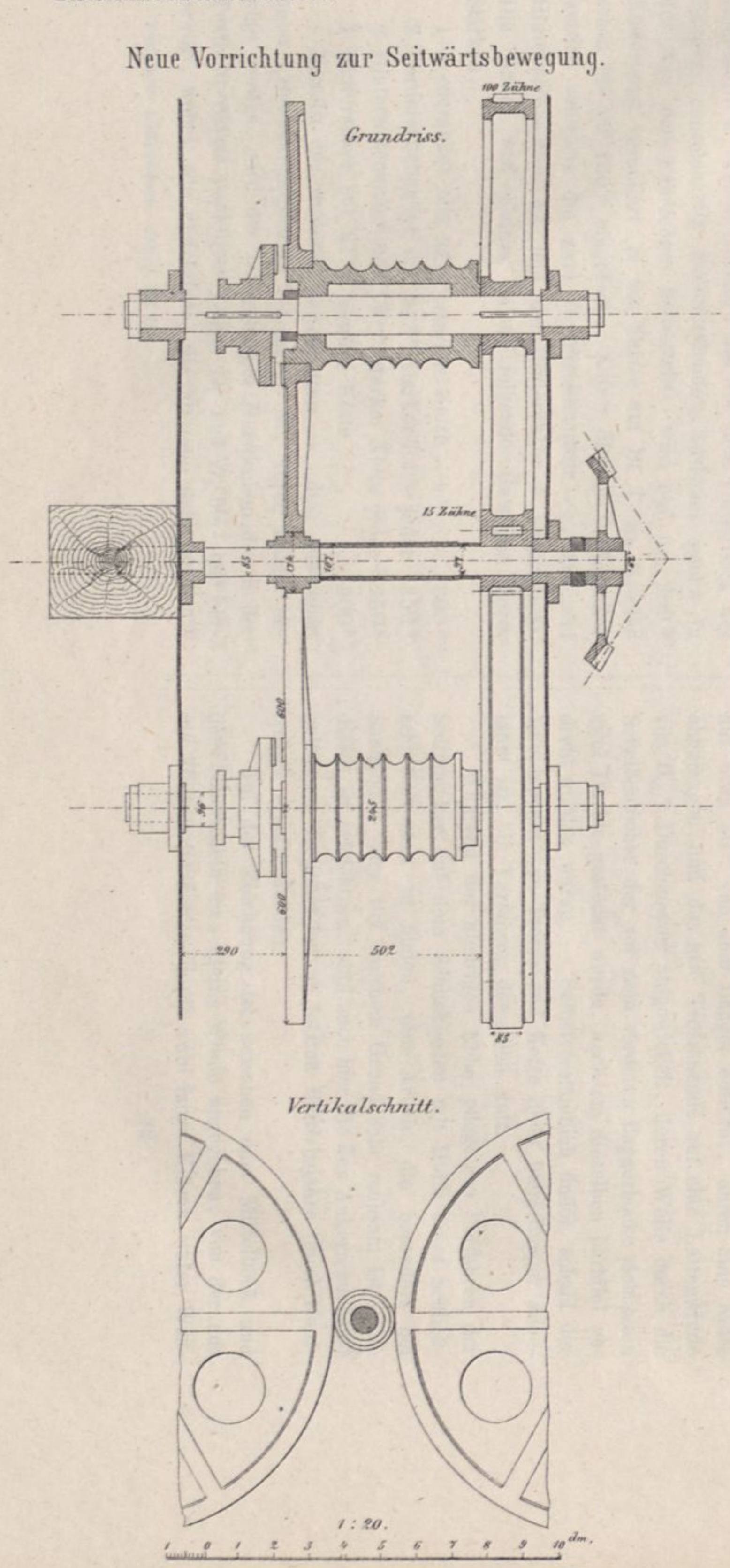
Baggerleiter, Eimerkette und Eimer.

Für die Leiter war, um den Bagger thunlichst wenig zu belasten, eine Fachwerksconstruction vorgeschrieben, die allerdings wiederum den Nachtheil hat, dafs sich ausgebaggerte Hölzer, Steine u. s. w leichter zwischen die Maschen klemmen und diese verbiegen oder zerbrechen, und ferner dafs, um das Bespritzen der Decksmannschaft zu vermindern, die oberen fünf Fächer mit Holz ausgekleidet werden mufsten.

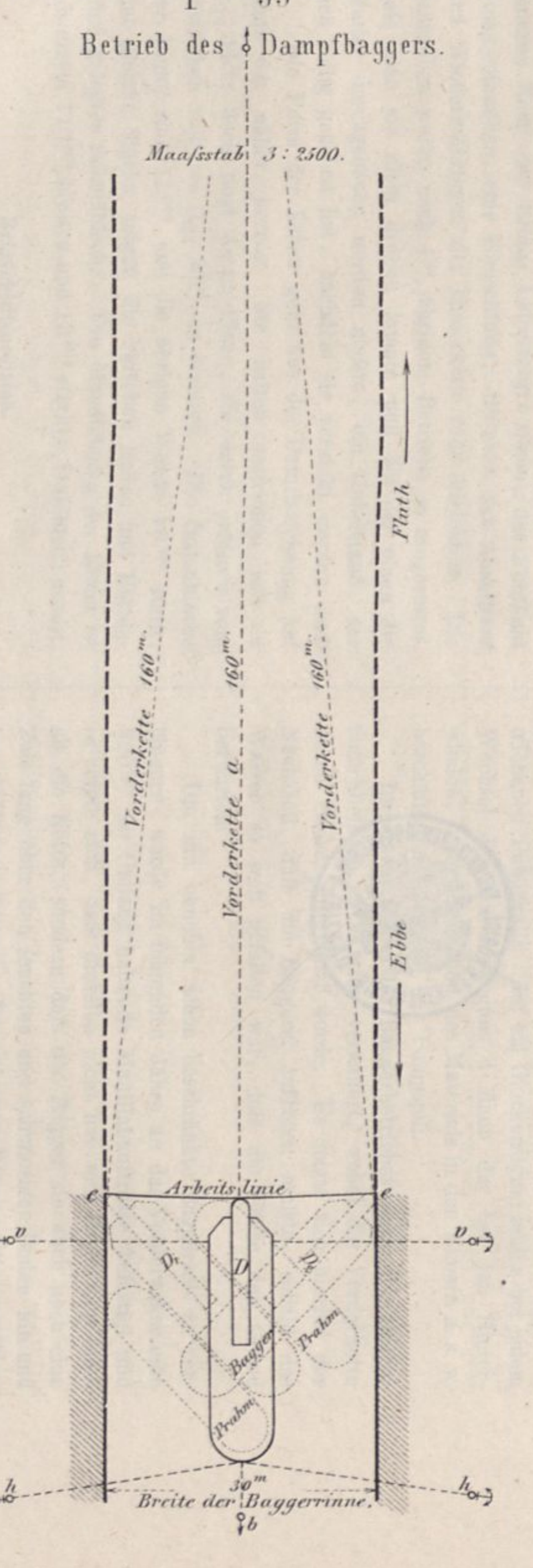
Die Construction der Leiter geht deutlich aus den Zeichnungen hervor. Die beiden Gitterträger sind durch einen 20^{mm} starken Kreuzverband gegen Verschiebung gesichert, der sich an der Trägerunterkante ebenso wiederholt. Aufserdem sind die beiden Träger am oberen und unteren Ende, soweit sie selbst aus Blech bestehen, durch bezw. 8^{mm} und 10^{mm} starke Querstücke aus Blech und Winkeleisen, sonst aber bei jedem Vertikalstege durch Winkeleisen und gekreuzte Flacheisen verbunden. Es sind in Summa 14 solcher Blechwände und Kreuze zur Verwendung gelangt.

Eiserner Dampfbagger Herkules zu Husum.

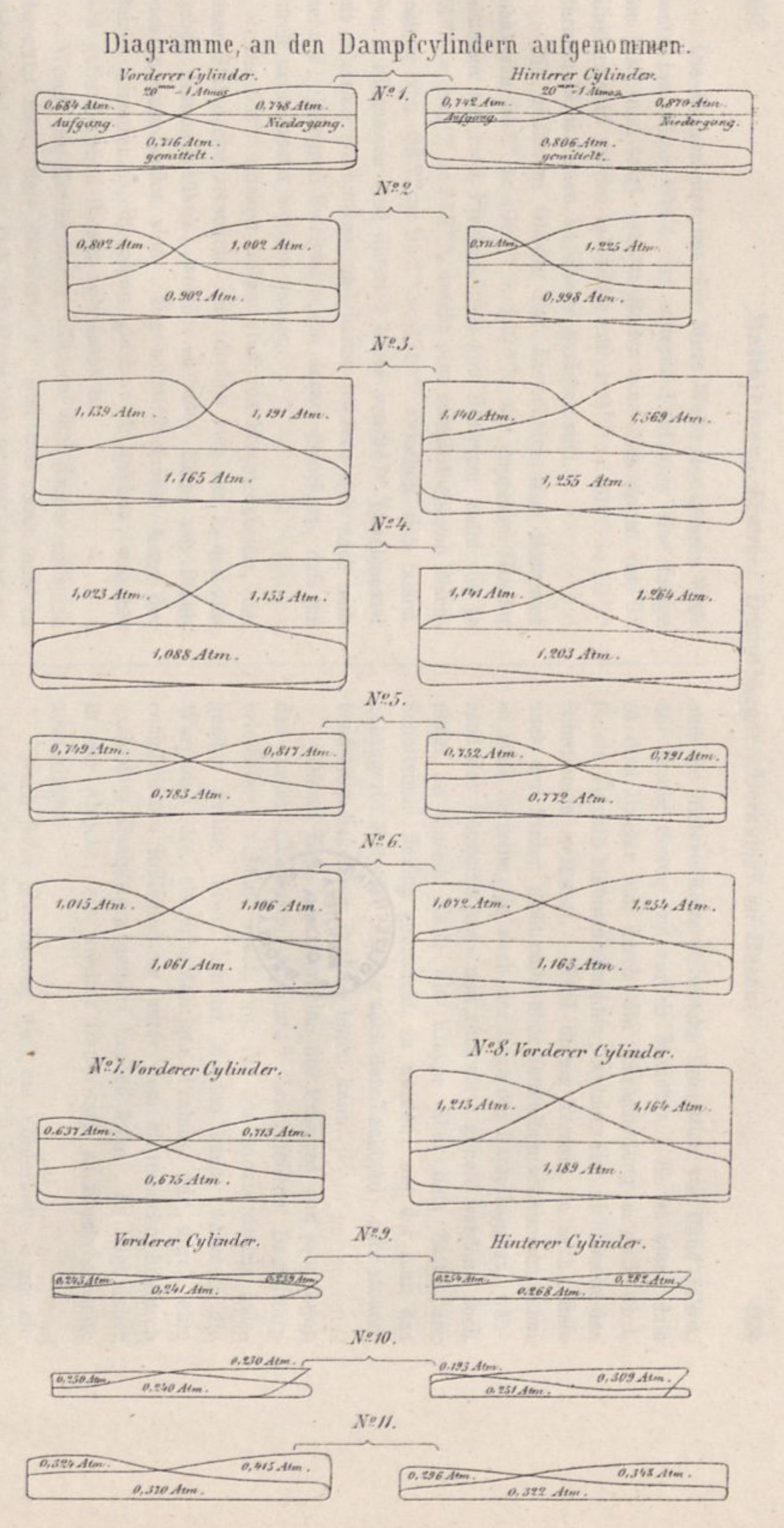
Neue Vorrichtung zur Seitwärtsbewegung.



Betrieb des Dampfbaggers.



Diagramme, an den Dampfcylindern aufgenommen.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Die Baggerleiter hat von Mitte Welle des oberen Vierkants bis Mitte Welle des unteren Fünfkants eine Länge von 20^m und trägt auf 14 Rollen eine Eimerkette von 68 Gliedern, auf welche mit Hülfe von $100^{mm} \times 80^{mm} \times 10^{mm}$ starkem Winkeleisen 34 Eimer genietet sind.

Die einfachen Glieder der Eimerkette sind Bessemer Stahl von $56^{mm} \times 108^{mm} \times 760^{mm}$, die doppelten Glieder bestehen aus zwei Flachschienen von Bessemer Stahl von je $26^{mm} \times 100^{mm} \times 773^{mm}$, welche eine schmiedeeiserne Flachschiene von $53^{mm} \times 95^{mm} \times 495^{mm}$ zwischen sich fassen. Die 3 Flacheisen sind durch 3 Niete von 25^{mm} Durchmesser mit einander verbunden und haben letztere sich nach nunmehr $2^1/_2$ jährigem Betriebe schon derart gelockert, dafs sie durch neue ersetzt werden müssen.

Die 51^{mm} starken Bolzen sind von Schmiedeeisen, mit einer Stahldecke versehen. Sie drehen sich nur in den einfachen Kettengelenken, welche zu dem Ende mit Stahlbuchsen ausgebuchst sind. Der schmiedeeiserne Kern der Bolzen gestattet es, dieselben glashart zu machen, was bei rein gufsstählernen Bolzen zu riscant ist.

Wenn die Kettenglieder, Bolzen und Augen so stark abgenutzt sind, dafs die Kette zu lang und somit auch zu schlaff wird, so läfst sich mit Hülfe von je zwei scharfgängigen Schrauben von 51^{mm} äufserem Durchmesser, welche am unteren Ende der beiden Leiterträger sitzen, das Fünfkant hinausschrauben, eine Einrichtung, die auch das Abnehmen und Wiederaufbringen der Eimerkette sehr erleichtert. Die Schrauben waren nach $1^1/_2$ jährigem Betriebe so eingerostet, dafs man sie nicht drehen konnte und bei der einen die Mutter durchgehauen werden mufste, ein Uebelstand, der sich völlig gegeben hat, nachdem sie verzinkt worden sind.

Die Form der Eimer geht aus der Detailzeichnung auf Blatt 64 näher hervor. Sie halten gestrichen voll $= 0{,}_{16}$ kb^m, doch liegt es im Plane, sie durch gröfsere von, gestrichen voll, $= 0{,}_{21}$ kb^m zu ersetzen. Die Bodenbleche der Eimer sind 11^{mm} und die übrigen Wände 10^{mm} stark; eine gleiche Stärke zeigen die zwischen Boden und Kettenglied gelegten Schutzbleche. Die Mundöffnung der Eimer ist mit einem 110^{mm} breiten und 13^{mm} starken Stahlblech armirt.

Betriebsdisposition.

Der Betrieb geschieht folgendermaafsen: Die vordere Hauptkette *a*, welche vermöge des vor dem Vorderbock des Baggers consolenartig hervortretenden Ausbaues genau in der Axe des Fahrzeuges heraustritt, wird auf ca. 300^m Entfernung verankert (in der Skizze auf Bl. T ist dieselbe schon bis auf 160^m eingeholt). Aufser diesem Vorderanker werden seitwärts die zwei Vorderseitenanker *vv*, die zwei Hinterseitenanker *hh* und der Hinteranker *b* ausgebracht. Die Anker und Ketten haben folgende Gewichte bezw. Stärken:

1 Vorderanker mit 21^{mm} starker Kette . . . . 600^k
2 Vorderseitenanker mit 21^{mm} starker Kette jeder 350^k
2 Hinterseitenanker mit 13^{mm} starker Kette jeder 250^k
1 Hinteranker mit 21^{mm} starker Kette . . . . 500^k

Mittelst der vorderen Seitenketten *vv*, die, wie schon unter „Bewegungsapparate“ bemerkt ist, durch Dampf bewegt werden, wird der Dampfbagger *D* zwischen den in der Textblatt-Skizze punktirten Lagen D_1 und D_2 hin- und herbewegt, wobei, wie ersichtlich, die hinteren Seitenketten *h* und die hintere Kette *b*, welche sämmtlich vor Hand gehen, nur wenig bewegt zu werden brauchen. Es ist klar, dafs es dem Bagger nur durch die Schrägstellung möglich wird, in ein Terrain hineinzuschneiden, welches ihm nicht mehr das Schwimmen gestattet. Wird dieses Terrain so hoch, dafs auch der Prahm nicht mehr über demselben schwimmen kann, so mufs derselbe, je nach der Lage des Dampfbaggers, während des Baggerns vor- und rückwärts geholt werden, auch pflegt in diesem Falle die Klappe über dem Sattel der Schüttrinne fleifsig gebraucht zu werden, mit der man das gebaggerte Material beliebig nach dem backbord- oder steuerbordseitig liegenden Prahme leiten kann.

Dieses Hin- und Herholen des Prahmes wird sehr durch das unter „Bewegungsapparate“ beschriebene Dampfwarp erleichtert, welches indefs nur für den backbordseitig anlegenden Prahm direct benutzt werden kann, während die Warpleine des steuerbordseitigen Prahms nur durch eine complicirtere Rollenleitung unter dem Mittelbocke hindurch nach dem Dampfwarp geführt werden kann. Es liegt daher in der Absicht, ein zweites Dampfwarp an Steuerbordseite anzubringen.

Nach jeder Schwingung wird die Vorderkette *a* um ein entsprechendes Stück eingeholt und zwar mit Hülfe des querschiffs unter dem Mittelbocke stehenden, vor Hand getriebenen Pumpspills. Auf ein Glockensignal laufen bei jedem Wechsel der Seitenbewegung 4 Mann der bei den Hinterwinden, beim Losstechen des Materials in den Eimern u. s. w. beschäftigten Leute an das Pumpspill.

Im ersten Jahre des Baggerbetriebes wurde der Bagger ausschliefslich mit Ketten verankert, wobei die Vorderkette durch Flöfse unterstützt wurde. Es zeigte sich hierbei der Nachtheil, dafs die Baggerei aufhören mufste, sobald das Wasser so weit gefallen war, dafs die Flöfse den Grund berührten.

Um die ohnehin schon beschränkte Baggerzeit zu verlängern, wurde im folgenden Jahre an das Vorderanker eine 320^{mm} im Umfang haltende Manillahanftrosse befestigt und es zeigte sich, dafs dieselbe nicht nur weit länger flott blieb als die Kette, sondern dafs der Bagger sie auch noch eine Zeit lang über den feuchten und schmierigen Boden hin und her schleppen konnte. Da auf dem Bagger alles zum Kettenbetriebe eingerichtet war, so wurde die Manillatrosse, bis auf etwa 30^m von dem Bagger entfernt, durch eine Kette abgefangen und das lose Trossenende auf eine Lattenwinde von $0{,}_6{}^m$ Durchmesser aufgewickelt, deren Welle durch die Scheibenlöcher der vor dem vorderen Baggerbocke stehenden zwei Davids gesteckt wurde, nachdem dieselben parallel gedreht worden waren. — Selbstverständlich findet, sobald der Knotenpunkt von Trosse und Kette dicht beim Bagger angelangt ist, ein Verfahren desselben statt.

Während der niedrigen Ebbe pflegt das Verfahren der Seitenanker auf dem Schlickboden mit Hülfe eines Schlickschlittens statt zu finden, eine Arbeit, die besonders bei Sandboden oder tief weichem Grund sehr mühsam ist. Um dieses zu erleichtern, sind auch hier die den Ankern zunächst gelegenen Kettenenden im letzten Betriebsjahre durch Hanftrossen ersetzt worden.

Auf der Zeichnung ist zwischen dem Mittelbock und dem Schornstein eine kleine Winde angegeben, von der aus die Hinterseitenketten durch zwei lange Klüsen unter Was-

ser hinausführen. Es hat sich als zweckmäfsiger herausgestellt, für die Hinterseitenketten, von denen bei Seitenwind nur die luvseitige gebraucht zu werden pflegt, die mit Ausrückvorrichtung versehene Hinterkettenwinde mit zu benutzen und somit die Seitenketten, event. Tau zur Hinterklüse hinauszuführen.

Es mag noch bemerkt werden, dafs, um den Bagger möglichst lange flott zu erhalten und somit die Baggerzeit möglichst auszudehnen, gewöhnlich eine hohe Bank vorgenommen wird, die sich schon bis auf 4^m Höhe erstreckt hat. In solchem Falle wird die Vorderkette bei jedem Gange, besonders bei festem Boden, nur $0,_{1}$^m bis $0,_{32}$^m vorgeholt, während sonst das Verholen sich bis auf ca. 1^m ausdehnen kann.

Bei der hohen Bank hält es manchmal schwer, sobald das Erdmaterial nicht gut nachstürzt, somit besonders im Moorgrunde, das Freibaggern zu erreichen. Bei einem etwas gröfseren Vorstehen der Leiter vor dem Vorderschiff würde dieses vielleicht bequemer gehen, jedoch hierdurch zugleich das Bruchmoment derselben wesentlich vergröfsert werden.

Von grofser Wichtigkeit ist es, dafs die Vorderkette das Baggerfahrzeug, welches zum Sichfreibaggern bestimmt ist, in einem Punkte verläfst, der in der Längsaxe desselben liegt, und dafs der Punkt, in dem die Vorderseitenkette über Bord tritt, möglichst weit nach vorn liegt.

Geht die Vorderkette seitwärts vom Schlitz über Bord, wie es z. B. bei einem kleineren Dampfbagger in einem schleswigschen Ostseehafen eingerichtet war, so ändert sich die Gröfse des Eimereingriffs in den Boden, sobald der Winkel sich ändert, den die Baggeraxe mit der Vorderkette bildet, während er im anderen Falle ziemlich constant bleibt, selbst wenn der Bagger von der einen punktirten Lage in die andere übergeht.

Bei dem vorerwähnten kleinen Bagger, dessen Vorderkette dicht neben dem Schlitz auf Backbordseite heraustrat, wurde die Vorderkette nur eingeholt, wenn der Bagger den Gang nach Steuerbord machte, dagegen nicht beim Gange nach Backbord, da hierbei die erforderliche Veränderung des Winkels zwischen Baggeraxe und Vorderkette den Bagger schon reichlich vorwärts brachte. Nach einigen Monaten des Betriebes wurde der Bagger entsprechend verändert.

Die Vorderseitenkette möglichst nach vorn zu leiten, bietet den Vortheil, dafs die Seitengeschwindigkeit des unteren eingreifenden Eimers hierdurch ziemlich constant bleibt, wenn auch der mehrgedachte Winkel, den der Bagger mit der Vorderkette bildet, sich unregelmäfsig ändert.

Leistungsfähigkeit.

Die durchschnittliche Leistung des Baggers pro Arbeitsstunde stellt sich auf 70 kb^m im Prahm gemessenen Boden, die Maximalleistung ist bedeutend gröfser und kann bei leichtem gutschüttenden Boden bis auf 140 kb^m gesteigert werden.

Der Verbrauch an guter West-Hartley-Steam Kohle beträgt nach dem 3jährigen Mittel pro Cubikmeter im Prahm

Nr. des Diagrammes	Indicirte Pferdekräfte	Anzahl der Doppelhübe pro Minute	Anzahl der geförderten Eimer pro Minute rot.	Baggertiefe Meter	Bemerkungen.
					Cylinderdurchmesser = 40,7 ^zm, mithin Cylinderquerschnitt = 1301 □ ^zm; Kolbenhub = 53,4 ^zm; Druck der Atmosphäre angenommen zu = 76 ^zm Quecksilber, mithin pro □ ^zm = 1,0333 Klgr.; Pferdekraft = 75 M. Klgr.
1	32,5	67	13	4,0	Weicher Schlick. Alle Eimer gefüllt. Wind still.
2	41,2	68	13	3,5	Fester, sandiger Schlick. Alle Eimer gefüllt. Wind still.
3	52,5	68	13	4,0	Fester, sandiger Schlick. Alle Eimer gefüllt. Steifer Seitenwind. Das Diagramm wurde genommen, während der Bagger an der Leeseite wendete.
4	49,7	68	13	4,0	Fester, sandiger Schlick. Alle Eimer gefüllt. Steifer Seitenwind. Das Diagramm wurde unmittelbar nach Diagramm 3 genommen, während der Bagger im regelmäfsigen Gang von Lee nach Luv begriffen war.
5	34,7	70	13	4,0	Fester, sandiger Schlick. Einige Eimer leer. Steifer Seitenwind. Das Diagramm wurde unmittelbar nach Diagramm 4 genommen, während der Bagger an der Luvseite wendete.
6	46,1	65	12	4,0	Fester, sandiger Schlick. Alle Eimer gefüllt. Steifer Seitenwind. Das Diagramm wurde unmittelbar nach Diagramm 5 genommen, während der Bagger im regelmäfsigen Gang von Luv nach Lee begriffen war.
7	30,2	70	13	2,5	Gewöhnlicher Schlick. Alle Eimer gefüllt. Wind still. Ein Diagramm am hinteren Cylinder ist nicht genommen, weil es an einem zweiten Beobachter mangelte.
8	53,1	70	13	4,0	Fester, sandiger Schlick. Alle Eimer gefüllt. Flauer Seitenwind. Ein Diagramm am hinteren Cylinder ist nicht genommen, weil es an einem zweiten Beobachter mangelte.
9	11,2	69	—	—	Das Diagramm Nr. 9 und 10 wurde genommen beim Leergang der Maschine. Der Treibriemen, der die Bewegung nach der oberen Vierkantstrommel überträgt, war abgeschlagen und auch der Apparat zum Heben der Leiter ausgerückt.
10	10,8	69	—	—	
11	15,0	68	—	—	Das Diagramm Nr. 11 wurde genommen beim Leergang der Maschine und gleichzeitiger Bewegung der Eimerkette bezw. der Vierkantstrommel, sowie Hebung der Eimerleiter. Sämmtliche Eimer vollständig leer. — Bei den drei Diagrammen 9 bis 11 lief der Seitenbewegungsapparat leer mit.

gemessenen, mittelschweren Sandboden $= 1,_{51}$ ^{k}, wobei Anheizen und Ruhepausen der Maschine unberücksichtigt gelassen worden sind, und pro Stunde wirklicher Arbeitszeit $= 119,_{72}$ ^{k}.

Ueber die beim Baggern geleisteten indicirten Pferdekräfte à 75 M. Klgr. geben die auf Bl. T im Text gezeichneten Diagramme so wie die zu denselben vorseitig zusammengestellten Bemerkungen Aufschlufs.

Die gröfste der mit dem Indicator gemessenen Pferdekräfte (siehe Diagramm Nr. 8) beträgt hiernach im festen, mit Thon (Klaiboden) vermischten Sande, bei gehäuften Eimern, deren pro Minute 13 gefördert wurden, $53,_{11}$, die kleinste indicirte Pferdekraft (Diagr. Nr. 7) in leichter Alluvion, bei vollen Eimern, von denen 13 pro Minute gefördert wurden, $30,_{2}$. In beiden Fällen ist wegen Mangels einer Hülfskraft nur an einem Dampfcylinder indicirt, und angenommen, dafs der andere dasselbe Resultat liefern würde, eine Annahme, welche, wie die übrigen, an beiden Cylindern genommenen Diagramme zeigen, sich von der Wirklichkeit nicht weit entfernen wird.

Das Diagramm Nr. 3, welches bei fast 13 Eimern pro Minute aufgenommen ist, während der Bagger bei steifem Seitenwinde seine Drehung im Lee vornimmt, weist $52,_{5}$ Pferdekräfte auf, welche laut Diagramm Nr. 4, nachdem diese Drehung vollendet und der Bagger sich im regelmäfsigen Gange von Lee nach Luv befindet, bei gleicher Eimerzahl pro Minute auf $49,_{7}$ Pferdekräfte abgenommen haben.

Das während der unmittelbar hierauf folgenden Drehung auf der Luvseite aufgenommene Diagramm Nr. 5, bei welchem 13 Eimer, die allerdings nicht sämmtlich gefüllt waren, erscheinen, zeigt $34,_{7}$ Pferdekräfte, die laut Diagramm Nr. 6 während des sich hieran schliefsenden Ganges von Luv nach Lee wieder auf $46,_{1}$ Pferdekräfte steigen, obgleich der Bagger in dieser Periode nur 12 volle Eimer pro Minute förderte.

Die Diagramme Nr. 9 und 10 endlich zeigen, dafs der Leergang der Maschine, nachdem der grofse Riemen, der die Maschinenkraft auf die obere Vierkantstrommel überträgt, abgeschlagen, und auch die Kettentrommel, welche das Heben der Baggerleiter bewirkt, aufser Thätigkeit gesetzt worden ist, bei 69 Touren der Maschine pro Minute $11,_{2}$ bezw. $10,_{8}$, somit im Mittel 11 Pferdekräfte erfordert, während nach Diagramm Nr. 11 der Leergang sämmtlicher Bewegungsapparate, bei einer Tourenzahl der Maschine von 68, welche 13 leere Eimer zur Erscheinung bringt, 15 Pferdekräfte absorbirt.

Ein Diagramm, das bei der zu Anfang dieser Abhandlung angeführten Probebaggerei in schwerem Triebsande bei Pellworm genommen war, ist leider verunglückt.

Husum im Januar 1877. E. W. Matthiefsen.

Ueber die Bestimmung der Nutzleistung der Dampfmaschinen mit Bezugnahme auf die Wahl des Systems der Maschinen.

(Schlufs.)

§. 18.

Anwendung der gefundenen Resultate auf Dampfmaschinen nach Woolfschem System.

Eine Dampfmaschine nach Woolfschem System nennen wir eine solche, bei welcher der Dampf mit Volldruckspannung und mit einer gewissen Expansion zuerst in einem Cylinder wirkt, und dann zur weiteren Expansionswirkung in einen zweiten Cylinder eintritt, dessen ganzer Kolbenlauf nur durch die Expansion dieses aus dem ersten Cylinder eintretenden Dampfes bewirkt wird.

Nach dem in dem Aufsatz des Verfassers „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen" — Zeitschrift für Bauwesen 1874 — entwickelten Resultate (S. 184) ist die indicirte Leistung einer solchen Woolfschen Dampfmaschine:

$$L_i = \alpha \cdot \mathfrak{A}_1 \mathfrak{Q}_0 \cdot \Big\{ \varepsilon - 0,_{001} + \varkappa(\varepsilon + \zeta) - \\ - \zeta_1 \frac{\varepsilon_k + \zeta \cdot \tau}{1 + \zeta \cdot \tau} - \frac{\mathfrak{A}_s}{\mathfrak{A}_1}\left(1,_{013} + \frac{0,_{001}}{\zeta + 0,_{002}}\right)\Big\}. ^{*)}$$

Hierin bezeichnet:

α die Pressung einer Atmosphäre für die Flächeneinheit $\alpha = 10333$ Kilogramm pro Quadratmeter.

$\mathfrak{A}_1$ die Volldruckspannung, mit welcher der Dampf im kleinen Cylinder wirkt, in Atmosphären.

$\mathfrak{Q}_0$ das ganze von dem Kolben des grofsen Cylinders durchlaufene Volum.

$$\zeta = \frac{\text{Schädlicher Raum vor dem kleinen Cylinder}}{\text{Kolbenvolum des grofsen Cylinders } \mathfrak{Q}_0}.$$

$$\zeta_1 = \frac{\text{Schädlicher Raum vor dem grofsen Cylinder}}{\text{Kolben-Volum des grofsen Cylinders } \mathfrak{Q}_0},$$

$$\varepsilon = \frac{\text{Volum, welches der kleine Kolben bis zur Absperrung durchläuft}}{\text{Kolben-Volum des grofsen Cylinders } \mathfrak{Q}_0},$$

$$\varepsilon_k = \frac{\text{Volum, welches von dem kleinen Kolben bis zur Absperrung durchlaufen wird}}{\text{Kolben-Volum des kleinen Cylinders } \mathfrak{Q}_k},$$

$$\tau = \frac{\mathfrak{Q}_0}{\mathfrak{Q}_k} = \frac{\text{Kolben-Volum des grofsen Cylinders}}{\text{Kolben-Volum des kleinen Cylinders}},$$

$$\frac{\mathfrak{Q}_1}{\mathfrak{Q}} = \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\text{Volum, welches mit Dampf gefüllt wird}}{\text{Schlufs-Volum nach der Expansion}},$$

$$= \frac{\mathfrak{Q}'_0 + \mathfrak{Q}_x}{\mathfrak{Q}_0 + \mathfrak{Q}_x + \mathfrak{Q}'_x} = \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta + \zeta_1}, ^{*)}$$

---

*) An der betreffenden Stelle sind folgende Druckfehler zu berichtigen:

1) in der Gleichung für L_i steht $= 0,_{001}$, es soll heifsen $- 0,_{001}$;

2) ebendaselbst steht im Nenner des letzten Gliedes $0,_{022}$, es soll heifsen $0,_{002}$;

3) weiter unten steht in dem Werth für $\varkappa = 15,_{552}\left[1 = \left(\frac{\varepsilon+\zeta+\zeta_1}{1+\zeta+\zeta_1}\right)^{0,_{0643}}\right]$, es mufs heifsen: $15,_{552}\left[1 - \left(\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta+\zeta_1}\right)^{0,_{0643}}\right]$.

4) vorher steht in Gl. 44[a] $\frac{\mathfrak{B}'}{\mathfrak{B}} = \frac{\varepsilon+\varrho+\zeta_1}{1+\varrho+\zeta_1}$, — anstatt ϱ mufs es heifsen: $\frac{\mathfrak{B}'}{\mathfrak{B}} = \frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta+\zeta_1}$.

*) Am angeführten Orte steht irrthümlich $\frac{\varepsilon + \zeta + \zeta_1}{1 + \zeta + \zeta_1}$, wofür es heifsen mufs: $\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta + \zeta_1}$.

$\varkappa$ = Expansions-Coefficient:

nach dem Mariotteschen Gesetz:

$$\varkappa = ln\,\frac{1+\zeta+\zeta_1}{\varepsilon+\zeta},$$

nach dem Grashofschen Gesetz:

$$\varkappa = 7{,}4075\left\{1-\left(\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta+\zeta_1}\right)^{0{,}135}\right\},$$

nach meinen Ermittelungen:

$$\varkappa = 15{,}552\left\{1-\left(\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta+\zeta_1}\right)^{0{,}0643}\right\}.$$

Man sieht, dafs diese indicirte Leistung von der in § 1 angeführten für eincylindrige Maschinen sich nur unterscheidet:

1) in dem Verlust, welcher durch den zweiten schädlichen Raum ζ_1 entsteht, und welcher sich ausdrückt durch das Glied:

$$-\frac{\varepsilon_k+\zeta\cdot\tau}{1+\zeta\cdot\tau}\cdot\zeta_1,$$

2) in dem Werth, welcher für den Expansionswerth maafsgebend ist, und welcher sich hier ausdrückt durch:

$$\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta+\zeta_1},$$

während sich derselbe bei eincylindrigen Maschinen ausdrückt durch:

$$\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta}.$$

Setzen wir wieder:

$$\varepsilon - 0{,}001 - \frac{\varepsilon_k+\zeta\cdot\tau}{1+\zeta\cdot\tau}\cdot\zeta_1 + \varkappa(\varepsilon+\zeta) = \vartheta$$

und vergleichen wir diesen Werth von ϑ mit dem für eincylindrige Maschinen

$$\varepsilon - 0{,}001 + \varkappa(\varepsilon+\zeta) = \vartheta_1 \quad \text{(Gl. 1)},$$

so würde bei einer Woolfschen Maschine, welche denselben Werth ε und denselben Werth ζ hat, gegen eine eincylindrige der Werth ϑ vermöge des Werthes $-\frac{\varepsilon_k+\zeta\tau}{1+\zeta\tau}\cdot\zeta_1$ etwas kleiner ausfallen, wenn nicht zugleich (weil stets $\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta+\zeta_1}$ kleiner ist als $\frac{\varepsilon+\zeta}{1+\zeta}$, und $\varkappa$ um so gröfser wird, je kleiner dieser Bruch ist) diese Verminderung durch den etwas gröfseren Werth von $\varkappa$ wieder ausgeglichen würde.

Immerhin kann es sich hier nur um äufserst geringe Unterschiede handeln, und man wird nicht fehl greifen, wenn man die Regel aufstellt:

> Der Wirkungs-Coefficient ϑ ist bei einer Woolfschen Maschine ohne erheblichen Fehler ebenso grofs zu setzen, wie bei einer eincylindrigen Maschine, wenn beide denselben Füllungs-Coefficienten ε und denselben schädlichen Raum ζ haben, vorausgesetzt, dafs der schädliche Raum vor dem grofsen Cylinder der Woolfschen Maschine ζ_1 hinreichend klein ist.

Da übrigens bei Woolfschen Maschinen ζ im Verhältnifs zu dem grofsen Cylinder genommen ist, so ist der Werth ζ im Allgemeinen kleiner als bei einer eincylindrigen Maschine. Während man dort für den Durchschnittswerth $0{,}05$ annehmen kann, wird man bei Woolfschen Maschinen durchschnittlich $\zeta = 0{,}015$ setzen können (§. 5).

Setzt man ferner wieder:

$$1{,}013 + \frac{0{,}001}{\zeta + 0{,}002} = \vartheta_1,$$

so gilt auch für Woolfsche Maschinen die Gl. 2

$$L_i = \alpha\cdot\mathfrak{Q}_0\cdot(\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\mathfrak{A}_s).$$

Bezeichnet nun bei Woolfschen Maschinen:

$\mathfrak{a}_g$ den Querschnitt des grofsen Cylinders,
$\mathfrak{a}_k$ den Querschnitt des kleinen Cylinders,
l_g den Gesammtweg des grofsen Kolbens,
l_k den Gesammtweg des kleinen Kolbens,
l_g' u. l_k' die von dem grofsen und von dem kleinen Kolben aus ihren Anfangsstellungen in gleichen Zeiten durchlaufenen Wege,
$\frac{l_g}{l_k} = \frac{l_g'}{l_k'} = \tau_1$ das Verhältnifs zwischen den gleichzeitig durchlaufenen Wegen,
l_0 der von dem kleinen Kolben bis zur Absperrung des Dampfes durchlaufene Weg,

so ist:

$$\mathfrak{a}_g = {}^1/_4\cdot\pi\cdot d_g{}^2,\quad \mathfrak{a}_k = {}^1/_4\cdot\pi\cdot d_k{}^2$$
$$\mathfrak{Q}_0 = {}^1/_4\cdot\pi\cdot d_g{}^2\cdot l_g$$
$$\varepsilon_k = \frac{\mathfrak{a}_k\cdot l_0}{\mathfrak{a}_k\cdot l_k} = \frac{l_0}{l_k} = \varepsilon\cdot\tau$$
$$\varepsilon = \frac{\mathfrak{a}_k\cdot l_0}{\mathfrak{a}_g\cdot l_g} = \frac{\mathfrak{a}_k\cdot\varepsilon_k\cdot l_k}{\mathfrak{a}_g\cdot l_g} = \frac{\varepsilon_k}{\tau}$$
$$\tau = \frac{\mathfrak{a}_g\cdot l_g}{\mathfrak{a}_k\cdot l_k} = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon}$$
$$\frac{\mathfrak{a}_g}{\mathfrak{a}_k} = \frac{\tau}{\tau_1}.$$

Setzt man für $\mathfrak{Q}_0$ in die obige Gleichung den Werth ${}^1/_4\cdot\pi\cdot d_g{}^2\cdot l_g$, so entsteht:

$$L_i = \alpha\cdot\mathfrak{a}_g\cdot l_g\,(\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\mathfrak{A}_s)$$
$$= \alpha\cdot{}^1/_4\cdot\pi\cdot d_g{}^2\cdot l_g\cdot(\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\mathfrak{A}_s),$$

welcher genau der Gleichung 3 für eincylindrige Maschinen entspricht.

Hierdurch ist die Berechnung der Maschinen nach Woolfschem System vollständig zurückgeführt auf die Berechnung eincylindriger Maschinen, und es gilt das Gesetz:

> eine Woolfsche Dampfmaschine ist nach denselben Regeln zu berechnen wie eine eincylindrige Maschine, welche dasselbe Füllungs-Verhältnifs ε hat, und deren Cylinder und Kolbenhub gleich dem grofsen Cylinder und Kolbenhub der Woolfschen Maschine sind.

Auch die bei diesen Rechnungen vorkommenden Erfahrungswerthe für $\mathfrak{A}_s$, $\mathfrak{R}_0$, φ, p u. s. w. sind nicht wesentlich verschieden von denjenigen, welche wir für eincylindrige Condensations-Maschinen angeführt haben. Es könnte allerdings scheinen, dafs die Reibungswerthe der unbelasteten Maschinen im Allgemeinen etwas gröfser ausfallen müfsten, als bei eincylindrigen Maschinen, indessen, da die Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ bei den Woolfschen Maschinen niemals auf den grofsen Kolben wirkt, sondern immer nur auf den kleinen Kolben, und da auch die Gegendruckspannungen auf der Rückseite des Kolbens günstiger wirken, so gleichen sich diese Verhältnisse ziemlich vollständig wieder aus.

Dasselbe gilt für die Dampfverluste in §. 13. — So dafs also eine Woolfsche Dampfmaschine im Allgemeinen genau so berechnet werden kann, wie eine eincylindrige Maschine, wenn man alle Werthe auf den grofsen Cylinder bezieht.

§. 19.

Vergleichung der Maschinen nach Woolfschem System mit den eincylindrigen Maschinen.

Wenn nun bei der Berechnung der Woolfschen und der eincylindrigen Maschine der grofse Cylinder der erstern genau dieselben Dimensionen bekommt, wie der Cylinder der eincylndrigen Maschine, und wenn bei Anwendung desselben Füllungsverhältnisses ε, welches

bei eincylindrigen Maschinen $\varepsilon = \frac{l_0}{l}$,

bei Woolfschen Maschinen $\varepsilon = \frac{\mathfrak{a}_k \cdot l_0}{\mathfrak{a}_g \cdot l_g} = \frac{\varepsilon_k}{\tau}$

sich ausdrückt, dieselbe Nutzleistung, derselbe Dampfverbrauch u. s. w. sich herausstellt, so liegt die Frage nahe: Weshalb wendet man denn überhaupt das Woolfsche System an, welches jedenfalls einen Cylinder mehr erfordert, also die Maschine complicirter und theurer macht, als die eincylindrige Maschine, wenn man ein Gleiches durch die eincylindrige Maschine erreichen kann?

Die Beantwortung dieser Frage, welche vielfach zu sehr verschiedenen Ansichten und Meinungen Anlafs gegeben hat, ist meines Erachtens die, dafs es überhaupt nur bei Anwendung des Woolfschen Systems möglich ist, bei derselben Volldruckspannung sehr viel kleinere Füllungen (ohne sonstige Nachtheile) anzuwenden als bei eincylindrigen Maschinen, und dafs man bei kleineren Werthen von ε den Dampf viel vortheilhafter auszunutzen vermag, als bei hohen Füllungen.

So lange also bei einer gegebenen Füllung die Anwendung einer eincylindrigen Maschine noch möglich ist, sollte man niemals eine Woolfsche Maschine anwenden; aber wenn man den Dampf möglichst ausnutzen will, so bekommt man für ε Werthe, die sich nicht mehr für eine eincylindrige Maschine anwenden lassen, und dann ist man genöthigt, Woolfsche Maschinen zu wählen.

Diese Verhältnisse wollen wir nunmehr untersuchen: Der wirkende Druck auf den Kolben nimmt während der Expansion des Dampfes fortwährend ab. Ist bei einer eincylindrigen Maschine der Anfangsdruck $\mathfrak{A}_1$ Atmosphären, so ist derselbe am Schlusse der Expansion $\mathfrak{A}_0$, und zwar ist: $\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_1} = \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^n$ (Zeitschrift für Bauwesen 1874. S. 18), und indem wir nach meinen Ermittelungen setzen können

$n = 1{,}0643$, (ebendaselbst S. 24),

entsteht:

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{1{,}0643},$$

bei eincylindriger Maschine ist:

$$\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}.$$

Bei einer Woolfschen Maschine ist allerdings der Schlufsdruck des Dampfes im grofsen Cylinder auf den Kolben auch $\mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{1{,}0643}$, indessen wirkt mit diesem Druck gemeinsam der Druck des Dampfes auf den kleinen Kolben. Dieser Druck berechnet sich in der Weise, dafs der Druck des wirkenden Dampfes auf den kleinen Kolben offenbar gleich $\mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{1{,}0643}$ ist, dafs aber dann der Gegendruck abgeht, welcher gleich dem Druck auf den grofsen Kolben ist; es bleibt also für die Flächeneinheit des kleinen Kolbens ein Druck bestehen:

$$\mathfrak{A}_1 \left\{\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n\right\}.$$

Es ist daher der Gesammtdruck auf den grofsen Kolben:

$$\mathfrak{a}_g \cdot \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n$$

und derjenige auf den kleinen Kolben:

$$\mathfrak{a}_k \mathfrak{A}_1 \left\{\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n\right\};$$

reduciren wir diesen letzterwähnten Druck auf den grofsen Kolben, so müssen wir beachten, dafs die beiden Drucke verschiedene Hebelsarme haben können, und dafs jedenfalls die Hebelsarme sich verhalten müssen wie die Kolbenhübe. Es ist also der Druck auf den kleinen Kolben, wenn man ihn auf den Angriffspunkt des grofsen Kolbens reducirt, nach dem Gesetz für die statischen Momente:

$$\mathfrak{a}_k \mathfrak{A}_1 \left\{\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n\right\} \cdot \frac{l_k}{l_g},$$

folglich ist der Gesammtdruck des Dampfes am Schlusse des Hubes bei einer Woolfschen Maschine auf den grofsen Kolben reducirt:

$$\mathfrak{a}_g \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n \cdot \left\{1 + \frac{\mathfrak{a}_k \cdot l_k}{\mathfrak{a}_g \cdot l_g} \cdot \left[\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{\varepsilon + \zeta}\right)^n - 1\right]\right\}$$

und folglich der Schlufsdruck pro Einheit der Kolbenfläche bei den Woolfschen Maschinen:

33) $$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{1{,}0643} \left\{1 + \frac{1}{\tau}\left[\left(\frac{\varepsilon\tau + \zeta}{\varepsilon + \zeta}\right)^{1{,}0643} - 1\right]\right\},$$

während derselbe bei den eincylindrigen Maschinen nur

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{1{,}0643}$$

beträgt.

Man erkennt hieraus zunächst, dafs bei der Woolfschen Maschine der Kolbendruck am Schlufs des Hubes wesentlich gröfser ist, als bei einer eincylindrigen Maschine unter übrigens gleichen Verhältnissen.

Bestimmen wir noch den Kolbendruck bei Beginn des Hubes, indem wir denselben mit $\mathfrak{A}_a$ bezeichnen:

$$\mathfrak{A}_a = \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n + \frac{1}{\tau}\left[\mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n\right]$$

$$= \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon_k + \zeta}{1 + \zeta}\right)^n \cdot \left\{1 + \frac{1}{\tau}\left[\left(\frac{1 + \zeta}{\varepsilon_k + \zeta}\right)^n - 1\right]\right\}$$

34) $$\mathfrak{A}_a = \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon\tau + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{1{,}0643} \left\{1 + \frac{1}{\tau}\left[\left(\frac{1 + \zeta}{\varepsilon\tau + \zeta}\right)^{1{,}0643} - 1\right]\right\},$$

während bei der eincylindrigen Maschine der Anfangsdruck:

$$\mathfrak{A}_a = \mathfrak{A}_1$$

ist.

Für die hier anzustellenden Untersuchungen kann man die Rechnung dadurch wesentlich vereinfachen und anschaulicher machen, dafs man zweierlei Vernachlässigungen zulässt, nämlich:

1) indem man den schädlichen Raum vernachlässigt, d. i. $\zeta = 0$ setzt,
2) dafs man für die Bestimmung des Druckes das Mariottesche Gesetz gelten läfst, d. i., dafs man n, anstatt $1{,}0643$, gleich 1 setzt.

Unter dieser Voraussetzung ergeben sich die Drucke etwas kleiner als in Wirklichkeit, welcher Fehler hier nicht wesentlich in Betracht kommt.

Man hat unter dieser Voraussetzung den Schlufsdruck:

35) für eine Woolfsche Maschine:

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1\, \varepsilon \left(2 - \frac{1}{\tau}\right);$$

für eine eincylindrige Maschine:

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 \cdot \varepsilon$$

und der Anfangsdruck:

36) für die Woolfsche Maschine:

$$\mathfrak{A}_a = \mathfrak{A}_1\, \varepsilon \left\{\tau + \frac{1}{\varepsilon\tau} - 1\right\}$$

für die eincylindrige Maschine:

$$\mathfrak{A}_a = \mathfrak{A}_1.$$

Ist nun für beide Maschinen der kleinste Werth für den Schlufsdruck $\mathfrak{A}_0$ gegeben, so findet sich die kleinste Füllung:

37) für die Woolfsche Maschine:

$$\varepsilon = \frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_1} \cdot \frac{1}{2 - \frac{1}{\tau}};$$

für die eincylindrige Maschine:

$$\varepsilon = \frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_1}.$$

Da τ immer gröfser als 1 sein mufs, so folgt daraus, dafs, wenn bei einer eincylindrigen und bei einer Woolfschen Maschine der Schlufsdruck auf den Kolben $\mathfrak{A}_0$ unter einen bestimmten Werth nicht sinken soll, die zulässige Füllung der Woolfschen Maschine um so kleiner ausfällt, je gröfser das Verhältnifs der Cylinder-Volumina τ genommen wird, und immer kleiner sein darf, als bei einer eincylindrigen Maschine.

Wenn ε_0 die kleinste zulässige Füllung einer eincylindrigen Maschine und ε_w diejenige einer Woolfschen Maschine bezeichnet, so ist:

$$38)\quad \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_0} = \frac{1}{2 - \frac{1}{\tau}},$$

vorausgesetzt, dafs beide Maschinen denselben Schlufsdruck $\mathfrak{A}_0$ und dieselbe Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ haben. Dies Verhältnifs ist freilich unter der Voraussetzung hergeleitet, dafs man den schädlichen Raum vernachlässigt, und den Exponenten $n = 1$ gesetzt, also das Mariottesche Gesetz angewandt hat.

§. 20.

Bestimmung der kleinsten Füllung bei eincylindrigen und bei Woolfschen Maschinen.

Ist bei irgend einer Stellung des Kolbens der Druck des Dampfes auf den Kolben $\mathfrak{A}_x$, und ist gleichzeitig der Widerstand gegen die Rückseite des Kolbens, welcher von dem Dampfdruck im Cylinder herrührt $\vartheta_1 \mathfrak{A}_s$ und derjenige, welcher von der Reibung der unbelasteten Maschine herrührt, $\mathfrak{R}_0$ (§. 2), so ist in diesem Augenblick der sogenannte Nutzdruck, d. i. derjenige Druck, welcher auf Ueberwindung der nutzbaren Widerstände wirkt:

$$\mathfrak{A}_x - (\vartheta_1 \mathfrak{A}_s + \mathfrak{R}_0).$$

Man hält es mit Recht für zweckmäfsig, diesen Nutzdruck, welcher während der Expansionswirkung mit $\mathfrak{A}_x$ stetig abnimmt, am Schlufs des Kolbenhubes wenigstens gleich Null, aber nicht kleiner, d. h. nicht negativ werden zu lassen. Am Schlusse des Hubes soll also der Dampf nicht weiter expandirt sein, als dafs in diesem Augenblick kein Nutzdruck mehr bestehen bleibt. Setzt man also in obigen Werth den im vorigen Paragraphen bestimmten Schlufsdruck ein, so entsteht die Bedingung:

$$\mathfrak{A}_0 - (\vartheta_1 \mathfrak{A}_s + \mathfrak{R}_0) = 0,$$

also für eincylindrige Maschinen die kleinste Füllung (Gl. 37)

$$\varepsilon_0 = \frac{\vartheta_1 \mathfrak{A}_s + \mathfrak{R}_0}{\mathfrak{A}_1},$$

oder nach Gl. 11:

$$\varepsilon_0 = \frac{\vartheta_1 \mathfrak{A}_s + \frac{\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p}{d}}{\mathfrak{A}_1} = \frac{\vartheta_1 \mathfrak{A}_s + \frac{\mathfrak{R}}{d}}{\mathfrak{A}_1}.$$

Es war aber durchschnittlich für:

Maschinen

mit Condensation: ohne Condensation:

$$\vartheta_1 \mathfrak{A}_s = 0{,}21 \quad . \quad . \quad . \quad (\text{§. } 6), \quad \vartheta_1 \mathfrak{A}_s = 1{,}14$$

$$\mathfrak{R} = 0{,}023\, \mathfrak{A}_1 + 0{,}16 \ (\text{§. } 7), \quad \mathfrak{R} = 0{,}023\, \mathfrak{A}_1 + 0{,}01$$

also:

$$39)\quad \varepsilon_0 = \frac{1}{d}\left(\frac{0{,}21\, d + 0{,}16}{\mathfrak{A}_1} + 0{,}023\right); \quad \varepsilon_0 = \frac{1}{d}\left(\frac{1{,}14\, d + 0{,}01}{\mathfrak{A}_1} + 0{,}023\right)$$

$$\varepsilon_w = \frac{1}{2 - \frac{1}{\tau}} \cdot \frac{1}{d}\left(\frac{0{,}21\, d + 0{,}16}{\mathfrak{A}_1} + 0{,}023\right); \quad \varepsilon_w = \frac{1}{2 - \frac{1}{\tau}} \cdot \frac{1}{d}\left(\frac{1{,}14\, d + 0{,}01}{\mathfrak{A}_1} + 0{,}023\right).$$

Hierdurch ist also für eincylindrige und für Woolfsche Maschinen unter den gemachten Voraussetzungen die kleinste zulässige Füllung bestimmt;

z. B. für eine 40 pferdige Dampfmaschine mit $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck ($\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$) und $\frac{1}{4}$ Füllung hatten wir §. 12 berechnet:

Maschine mit Condensation: ohne Condensation:

$$d = 0{,}40 \qquad d = 0{,}48,$$

folglich wird die kleinste zulässige Füllung für diesen Fall sein:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{0{,}40} \cdot \left(\frac{0{,}084 + 0{,}16}{4{,}5} + 0{,}023\right); \qquad \varepsilon_0 = \frac{1}{0{,}48}\left(\frac{0{,}547 + 0{,}01}{4{,}5} + 0{,}023\right);$$

$$\varepsilon_0 = 0{,}19; \qquad \varepsilon_0 = 0{,}31.$$

Hieraus ergiebt sich, dafs die in §. 12 berechnete Condensationsmaschine bei $0{,}25$ Füllung noch nicht die kleinste zulässige Füllung erhalten hat, dafs die Maschine ohne Condensation aber bei $0{,}25$ Füllung schon die kleinste zulässige Füllung überschritten hat, d. h. dafs bei letztgenanntem Maschine der Schlufsdruck am Ende des Kolbenhubes kleiner ist, als die Widerstände des Dampfdruckes im Cylinder und der unbelasteten Maschine zusammen.

Hätte man Maschinen nach Woolfschem System, deren Cylinder-Volumina sich verhalten wie 1 : 4, also $\frac{1}{\tau} = \frac{1}{4}$, so würde unter gleichen Verhältnissen sich ergeben, für

Maschinen mit Condensation: ohne Condensation:

$\varepsilon_w = \frac{1}{2 - {}^1/_4} \cdot 0{,}19 = {}^4/_7 \cdot 0{,}19, \qquad \varepsilon_w = {}^4/_7 \cdot 0{,}31,$

$\varepsilon_w = 0{,}11, \qquad \varepsilon_w = 0{,}18.$

Man sieht aus dieser Darstellung, dafs das Princip der Woolfschen Maschinen, nicht nur bei Anwendung der Condensation, sondern auch für Maschinen ohne Condensation, dadurch von besonderer Bedeutung ist, dafs vermöge desselben sich viel geringere Füllungen ohne Nachtheil anwenden lassen, als man sonst anwenden könnte, und da der Dampfverbrauch und folglich auch der Kohlenverbrauch mit der Füllung abnimmt, so giebt in allen Fällen das Woolfsche System die Möglichkeit einer günstigeren Ausnutzung des Dampfes.

§. 21.

Bestimmung des vortheilhaftesten Werthes von $\tau = \frac{\text{Kolben-Volum des grofsen Cylinders}}{\text{Kolben-Volum des kleinen Cylinders}}$ bei Woolfschen Maschinen. Rechnungsbeispiele.

Für einen möglichst gleichförmigen Gang der Maschine ist es nicht gleichgültig, in welcher Weise der Druck auf den Kolben veränderlich ist. Es wurde in §. 19 gezeigt, dafs der Druck auf den Kolben bei einer eincylindrigen Maschine von dem Anfangswerth $\mathfrak{A}_1$ bis zum Schlufsdruck $\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 \cdot \varepsilon$ abnimmt; das Verhältnifs beider Drucke ist hier:

$$\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a} = \varepsilon,$$

und nur von dem Füllungswerth ε abhängig. Bei einer Woolfschen Maschine dagegen ist das Verhältnifs:

$$\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a} = \frac{\mathfrak{A}_1 \, \varepsilon \left(2 - \frac{1}{\tau}\right)}{\mathfrak{A}_1 \, \varepsilon \left(\tau + \frac{1}{\varepsilon\tau} - 1\right)} \quad \text{(Gl. 35 u. 36)}$$

$$= \frac{2 - \frac{1}{\tau}}{\tau + \frac{1}{\varepsilon\tau} - 1} = \frac{2\tau - 1}{\tau^2 + \frac{1}{\varepsilon} - \tau}.$$

Dies Verhältnifs ist offenbar zugleich abhängig von den Werthen ε und τ, und der Gang der Maschine wird offenbar um so gleichförmiger, je weniger der Schlufsdruck von dem Anfangsdruck verschieden ist, d. h. je gröfser das Verhältnifs $\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a}$ ist. Wenn ε gegeben ist, so kann man den Werth von τ dieser Bedingung gemäfs bestimmen, indem man den Differenzialquotienten des Verhältnisses gleich Null setzt. Es ist:

$$d \, \frac{2\tau - 1}{\tau^2 - \tau + \frac{1}{\varepsilon}} = \frac{2\left(\tau^2 - \tau + \frac{1}{\varepsilon}\right) - (2\tau - 1)(2\tau - 1)}{\left(\tau^2 - \tau + \frac{1}{\varepsilon}\right)^2} = 0$$

also:

$$\tau^2 - \tau = \frac{1}{\varepsilon} - {}^1/_2$$

$$\tau = {}^1/_2 \pm \sqrt{\frac{1}{\varepsilon} - {}^1/_2 + {}^1/_4} = {}^1/_2 \left\{1 \pm \sqrt{\frac{4}{\varepsilon} - 1}\right\}.$$

Hiernach ergiebt sich also für ein gegebenes Füllungs-Verhältnifs ε bei Woolfschen Maschinen der günstigste Werth von τ:

$$40) \quad \tau = {}^1/_2 \left\{1 + \sqrt{\frac{4}{\varepsilon} - 1}\right\} = \frac{\mathfrak{a}_g \cdot l_g}{\mathfrak{a}_k \cdot l_k},$$

wenn man unter dem vortheilhaftesten Werth von τ denjenigen versteht, für welchen das Verhältnifs des Anfangsdruckes zu dem Schlufsdruck ein Maximum wird.

Unter Anwendung dieses Gesetzes ergiebt sich der vortheilhafteste Werth von τ, und zugleich die Füllung des kleinen Cylinders, indem man $\varepsilon_k = \varepsilon\tau$ setzt, für:

$\varepsilon =$	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
$\tau =$	5,38	4,59	4,25	4,00	3,79	3,62	3,47	3,34
$\varepsilon_k =$	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
$\varepsilon =$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
$\tau =$	3,19	3,12	3,03	2,95	2,87	2,80	2,74	2,68
$\varepsilon_k =$	0,42	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54

Setzt man den gefundenen Werth für τ in das Verhältnifs:

$$\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a} = \frac{2\tau - 1}{\tau^2 - \tau + \frac{1}{\tau}},$$

so entsteht:

$$41) \quad \frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a} = \frac{\sqrt{\frac{4}{\varepsilon} - 1}}{{}^1/_2\left(\frac{4}{\varepsilon} - 1\right)} = \frac{2}{\sqrt{\frac{4}{\varepsilon} - 1}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\varepsilon} - {}^1/_4}}.$$

Demnächst ergiebt sich für:

$\varepsilon =$	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
$\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a} =$	0,21	0,24	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,35
$\varepsilon =$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
$\frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_a} =$	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,46

Man sieht hieraus, in wie sehr viel günstigerer Weise bei den Woolfschen Maschinen das Verhältnifs zwischen Schlufsdruck und Anfangsdruck sich gestaltet; während z. B. bei einer Füllung von 0,11, also etwa von $^1/_9$, bei den eincylindrigen Maschinen der Schlufsdruck nur $^1/_9$ des Anfangsdruckes ist, beträgt derselbe bei den Woolfschen Maschinen, vorausgesetzt, dafs der Werth τ entsprechend bestimmt wird (hier müfste nach dem Obigen $\tau = 3{,}47$ sein), nur circa $^1/_3$ des Anfangsdruckes.

Durch die vorstehenden Entwickelungen ist nachgewiesen worden, worin im Wesentlichen die Vorzüge des Woolfschen Systems bestehen, nämlich:

a) in der Möglichkeit, ohne Nachtheil sehr viel kleinere Füllungen anwenden zu können, als bei den eincylindrigen Maschinen, und

b) in dem sehr viel gleichmäfsigeren Druck auf den Kolben, welcher einen gleichförmigeren Gang der Maschine zur Folge hat.

Zugleich geben die vorstehenden Entwickelungen eine bestimmte Vergleichung zwischen den entsprechenden Verhältnissen bei eincylindrigen und Woolfschen Maschinen, und

lassen erkennen, wie wichtig die Anwendung des Woolfschen Systems auch für Maschinen ohne Condensation ist, für welche es zur Zeit noch nicht die gebührende Anerkennung gefunden hat. Namentlich ist hervorzuheben, dafs die Entwickelungen dieses Paragraphen unabhängig von dem Umstande sind, ob die Maschine mit Condensation arbeitet oder nicht.

Bei der Berechnung der Woolfschen Maschine nimmt man den Werth ε und die Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ an, bestimmt danach den vortheilhaftesten Werth von τ und demnächst den Cylinderdurchmesser des grofsen Cylinders wie bei einer eincylindrigen Maschine, in welcher derselbe Volldruck $\mathfrak{A}_1$ und dasselbe Füllungsverhältnifs ε stattfinden soll, und controlirt demnächst nach §. 20, ob der gewählte Werth von ε nicht kleiner sei, als der zulässige Maximalwerth; ist dies der Fall, so mufs man den Werth für ε corrigiren, und die Rechnung noch einmal machen.

Es sei z. B. eine 40pferdige Maschine nach Woolfschem System mit einer Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ Atmosphären ($3\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck) und $0{,}08$ Füllung zu berechnen.

Nach dem Vorstehenden ist:
das Verhältnifs der Cylinder-Volumina

$$\tau = 4{,}00,$$

die Absperrung im kleinen Cylinder:

$$\varepsilon_k = 0{,}32,$$

die Kolbengeschwindigkeit (§. 10) für den grofsen Kolben:

$$v = 1 + {}^1/_{200} \cdot N_n = 1{,}2 \text{ Meter pro Secunde,}$$

der Wirkungs-Coefficient (§. 5) für einen schädlichen Raum:

$$\zeta = 0{,}015 \text{ ist für } \varepsilon = 0{,}08$$
$$\vartheta = 0{,}287,$$

der mittlere wirksame Druck (§. 7 Gl. 14):

$$\mathfrak{A}_m = (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s) = 4{,}5 \cdot 0{,}287 - 0{,}214, \quad (§.\ 6)$$
$$= 1{,}292 - 0{,}214 = 1{,}078;$$

der Widerstandsdruck (Gl. 17):

$$\mathfrak{R} = 0{,}023\, \mathfrak{A}_1 + 0{,}16 = 0{,}264;$$

folglich der Cylinderdurchmesser des grofsen Cylinders (Gl. 20)

$$d = {}^1/_2 \cdot \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{A}_m} \cdot \left\{1 + \sqrt{\frac{N_n}{v} \cdot \frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} \cdot \frac{1}{23{,}67} + 1}\right\}$$
$$= {}^1/_2\, \frac{0{,}264}{1{,}078} \left\{1 + \sqrt{\frac{40}{1{,}2} \cdot \frac{1{,}078}{(0{,}264)^2} \cdot \frac{1}{23{,}67} + 1}\right\}$$
$$= 0{,}123 \left\{1 + \sqrt{\frac{43{,}12}{1{,}988} + 1}\right\}$$
$$= 0{,}123 \left\{1 + \sqrt{22{,}68}\right\} = 0{,}123 \cdot 5{,}76$$
$$d = 0{,}71,$$

die kleinste zulässige Füllung nach Gl. 39:

$$\varepsilon_w = \frac{1}{2 - \frac{1}{\tau}} \cdot \frac{1}{d} \left(\frac{0{,}21\, d + 0{,}16}{\mathfrak{A}_1} + 0{,}023\right)$$
$$= \frac{1}{2 - {}^1/_4} \cdot \frac{1}{0{,}71} \left(\frac{0{,}21 \cdot 0{,}71 + 0{,}16}{4{,}5} + 0{,}023\right)$$
$$\varepsilon_w = \frac{4}{4{,}97} (0{,}069 + 0{,}023) = 0{,}074.$$

Es ist also die gewählte Füllung ziemlich übereinstimmend mit der zulässigen kleinsten Füllung.

Die pro Pferd und Stunde zu verdampfende Wassermenge ergiebt sich nach Gl. 24:

$$\gamma_1 \mathfrak{D}_l = 19{,}10 \cdot d \left\{\frac{\varepsilon + 0{,}015}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{1{,}25 \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{\,0{,}94}$$
$$= 19{,}10 \cdot 0{,}71 \left\{\frac{0{,}08 + 0{,}015}{0{,}71 \cdot 1{,}078 - 0{,}264} + \frac{1{,}25 \sqrt{1{,}078}}{40}\right\} \cdot 4{,}11$$
$$\gamma_1 \mathfrak{D}_l = 55{,}74 \{0{,}19 + 0{,}03\} = 12{,}26.$$

Während also die in §. 13 berechnete 40pferdige eincylindrige Maschine pro Stunde und Pferd $14{,}13$ Kilogramm Dampf erforderte, bedarf die Woolfsche Maschine nur $12{,}26$, also nur $\frac{12{,}26}{14{,}13}$ = circa $0{,}87$ d. i. 87 % des Wasserverbrauchs, folglich auch des Verbrauchs an Brennmaterial. Bei der eincylindrigen Maschine mit $0{,}25$ Füllung würde der Schlufsdruck ungefähr 25 % des Anfangsdruckes sein, bei dieser Woolfschen Maschine bei $0{,}08$ Füllung dagegen 29 % betragen (Gl. 41).

§. 22.

Bestimmung des Kolbendurchmessers und der Geschwindigkeit der Dampfmaschinen unter der Voraussetzung, dafs der Wasserverbrauch ein Minimum werde.

Nach Gl. 23 ist die Gewichtsmenge Wasserdampf, welche eine Dampfmaschine pro Pferd und Stunde verbraucht, proportional dem Werth:

$$\frac{(\varepsilon + \zeta) \cdot d}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{d \psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}.$$

Wir wollen uns nun die Aufgabe stellen, denjenigen Werth von d zu bestimmen, für welchen der Dampfverbrauch ein Minimum wird. Indem wir den Differenzialquotienten des obigen Ausdrucks bilden, und denselben gleich Null setzen, ergiebt sich:

$$\frac{(d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R})(\varepsilon + \zeta) - (\varepsilon + \zeta) d \cdot \mathfrak{A}_m}{(d \cdot \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R})^2} + \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} = 0$$
$$-\mathfrak{R}(\varepsilon + \zeta) + (d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R})^2 \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} = 0$$
$$d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R} = \sqrt{\frac{\mathfrak{R}(\varepsilon + \zeta) N_n}{\psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}}$$

$$42) \quad d = \frac{1}{\mathfrak{A}_m} \cdot \left\{\mathfrak{R} + \sqrt{\frac{\mathfrak{R}(\varepsilon + \zeta) \cdot N_n}{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}}\right\}.$$

Es war z. B. für $\psi = 1{,}25$ (Gl. 23), für den Anfangsdruck $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ Atmosphären, für $\varepsilon = 0{,}25$ und $\zeta = 0{,}05$ nach den früheren Rechnungen (§. 12 u. 13)
für die Maschinen

mit Condensation	ohne Condensation
$\mathfrak{A}_m = 2{,}535$	$\mathfrak{A}_m = 1{,}606$
$\mathfrak{R} = 0{,}264$	$\mathfrak{R} = 0{,}114$
$\varepsilon + \zeta = 0{,}30$	$\varepsilon + \zeta = 0{,}30$,

daher folgt für den kleinsten Wasserverbrauch:
für die Maschine mit Condensation

$$d = \frac{1}{2{,}535} \left\{0{,}264 + \sqrt{\frac{0{,}264 \cdot 0{,}30 \cdot N_n}{1{,}25 \sqrt{2{,}535}}}\right\}$$
$$d = \frac{1}{2{,}535} \left\{0{,}264 + 0{,}2 \sqrt{N_n}\right\},$$

für die Maschine ohne Condensation

$$d = \frac{1}{1{,}606} \left\{0{,}114 + \sqrt{\frac{0{,}114 \cdot 0{,}30 \cdot N_n}{1{,}25 \sqrt{1{,}606}}}\right\}$$
$$d = \frac{1}{1{,}606} \left\{1{,}114 + 0{,}147 \sqrt{N_n}\right\}.$$

Dies giebt für:

$N_n = 40;\quad d = 0{,}60 \qquad N_n = 40;\quad d = 0{,}65$

$N_n = 20;\quad d = 0{,}46 \qquad N_n = 20;\quad d = 0{,}48.$

Nun findet man die erforderliche Geschwindigkeit nach Gl. 16:

$$43)\quad v = \frac{N_n}{94{,}68 \cdot d(d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R})}.$$

Es ist aber nach der vorstehenden Rechnung:

für die Maschine mit Condensation:

für $N_n = 40;\ d = 0{,}60$

$$v = \frac{40}{94{,}68 \cdot 0{,}60\,(0{,}60 \cdot 2{,}535 - 0{,}264)}$$

$$= \frac{40}{94{,}68 \cdot 0{,}75} = \mathbf{0{,}56};$$

für $N_n = 20;\ d = 0{,}46$

$$v = \frac{20}{94{,}68 \cdot 0{,}46\,(0{,}46 \cdot 2{,}535 - 0{,}264)}$$

$$v = \frac{20}{94{,}68 \cdot 0{,}41} = \mathbf{0{,}51};$$

für die Maschine ohne Condensation:

für $N_n = 40;\ d = 0{,}65$

$$v = \frac{40}{94{,}68 \cdot 0{,}65\,(0{,}65 \cdot 1{,}606 - 0{,}114)}$$

$$= \frac{40}{94{,}68 \cdot 0{,}61} = \mathbf{0{,}69};$$

für $N_n = 20;\ d = 0{,}48$

$$v = \frac{20}{94{,}68 \cdot 0{,}48\,(0{,}48 \cdot 1{,}606 - 0{,}114)}$$

$$v = \frac{20}{94{,}68 \cdot 0{,}32} = \mathbf{0{,}66}.$$

Man sieht, dafs man bei dieser Berechnung aufserordentlich grofse Kolbendurchmesser und sehr geringe Geschwindigkeiten erhalten würde, während die Ersparung an Verdampfung nicht erheblich ausfallen kann. Indessen zeigt die Rechnung doch, dafs, wenn bei der Wahl der Kolbengeschwindigkeit einer zu construirenden Maschine §. 10 aus constructiven Gründen es zweckmäfsig ist, die Kolbengeschwindigkeit gröfser zu wählen, als diejenige, welche dem Minimum des Wasserverbrauchs entspricht, man doch gut thut, sich letzterer möglichst zu nähern, d. h.: Von den in §. 10 angegebenen praktisch angemessenen Kolbengeschwindigkeiten sind in Bezug auf die Oekonomie des Dampfverbrauches die geringeren Geschwindigkeiten günstiger als die gröfseren.

Setzt man in den obigen Werth von v die vorherbestimmten Werthe von d und $(d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R})$ ein, so ergiebt sich die vortheilhafteste Geschwindigkeit unmittelbar:

$$v = \frac{N_n}{94{,}68\,\frac{1}{\mathfrak{A}_m}\left\{\mathfrak{R} + \sqrt{\frac{\mathfrak{R}(\varepsilon+\zeta)N_n}{\psi\sqrt{\mathfrak{A}_m}}}\right\} \cdot \sqrt{\frac{\mathfrak{R}(\varepsilon+\zeta)N_n}{\psi\sqrt{\mathfrak{A}_m}}}},$$

$$44)\quad v = \frac{\mathfrak{A}_m \cdot \psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68\,(\varepsilon+\zeta)\mathfrak{R}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{\psi\sqrt{\mathfrak{A}_m} \cdot \mathfrak{R}}{N_n \cdot (\varepsilon+\zeta)} + 1}},$$

für $\psi = 1{,}25$ (§. 13):

$$v = \frac{0{,}012 \cdot \mathfrak{A}_m^{3/2}}{(\varepsilon+\zeta)\mathfrak{R}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{\mathfrak{R}\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n\,(\varepsilon+\zeta)} + 0{,}89}}.$$

§. 23.

Bestimmung der Dimensionen der Kesselspeisepumpe.

Der Wasserverbrauch pro Stunde und Pferd ergab sich nach Gl. 24:

$$\gamma_1\,\mathfrak{D}_I = 19{,}10 \cdot d\left\{\frac{\varepsilon+\zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{0{,}94}\ \text{Kilogrm.},$$

und da ein Cubikmeter 1000 Kilogramme wiegt, so ist der Wasserverbrauch für N Pferde in einer Secunde:

$$\frac{\gamma_1\,\mathfrak{D}_I N_n}{1000 \cdot 60 \cdot 60}$$

$$= \frac{19{,}10 \cdot d}{60 \cdot 60 \cdot 1000}\left\{\frac{(\varepsilon+\zeta)N}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{0{,}94}\ \text{kb}^{\text{m}}.$$

Nun ist nach Gleichung 16:

$$45)\quad \frac{N}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} = 94{,}68 \cdot v \cdot d,$$

wenn v die Geschwindigkeit des Dampfkolbens in der Secunde ist.

Setzen wir noch näherungsweise $\mathfrak{A}_1^{0{,}94} = \mathfrak{A}_1$, so entsteht der Wasserverbrauch für N Pferde in der Secunde:

$$\mathfrak{A}_1\,\frac{94{,}68 \cdot 19{,}10}{60 \cdot 60 \cdot 1000} \cdot v d^2\left\{(\varepsilon+\zeta) + \psi\,\frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\},$$

$$46)\quad \mathfrak{B}_s = 0{,}000503\,\mathfrak{A}_1\,v \cdot d^2\left\{(\varepsilon+\zeta) + \psi\,\frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot v \cdot d}\right\}.$$

Ist nun $\mathfrak{a}_s$ der Querschnitt des Pumpenkolbens der Speisepumpe,

d_s der Durchmesser derselben,

v_s die Geschwindigkeit derselben,

so ist das von dem Kolben der Speisepumpe in einer Secunde durchlaufene Volum:

$$\mathfrak{a}_s \cdot v_s = {}^1/_4 \cdot \pi \cdot d_s^2 \cdot v_s,$$

und wenn das in den Kessel geschaffte Wasser $\frac{1}{\nu_s}$ dieses Volums beträgt, so mufs sein:

$$\mathfrak{B}_s = \frac{1}{\nu_s} \cdot {}^1/_4 \cdot \pi \cdot d_s^2 \cdot v_s$$

$$= 0{,}000503\,\mathfrak{A}_1\,v d^2\left\{(\varepsilon+\zeta) + \psi\,\frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot dv}\right\},$$

also:

$$\frac{d_s^2}{d} = \frac{v}{v_s} \cdot \frac{0{,}000503 \cdot 4}{\pi} \cdot \nu_s \cdot \mathfrak{A}_1\left\{(\varepsilon+\zeta) + \frac{\psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\},$$

$$47)\quad \frac{d_s}{d} = 0{,}025 \cdot \sqrt{\frac{v}{v_s}} \times \sqrt{\mathfrak{A}_1\left\{(\varepsilon+\zeta) + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\}} \cdot \sqrt{\nu_s};$$

läfst man das zweite Glied unter dem Wurzelzeichen fort, so entsteht:

$$\frac{d_s}{d} = 0{,}025 \cdot \sqrt{\frac{v}{v_s}} \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_1(\varepsilon+\zeta)} \cdot \sqrt{\nu_s}.$$

Wenn die Speisepumpe und der Dampfkolben gleich viel Hübe machen, so ist auch:

$$\frac{l}{l_s} = \frac{v}{v_s},$$

und unter dieser Voraussetzung ist:

$$48)\quad \frac{d_s}{d} = 0{,}025 \cdot \sqrt{\frac{l}{l_s}} \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_2(\varepsilon+\zeta)} \cdot \sqrt{\nu_s}.$$

Wenn die Pumpe einfach wirkend ist, so fördert sie nur für die Hälfte ihres Weges Wasser in den Kessel; wenn sie aufserdem nur während $^1/_3$ der Zeit wirksam sein soll, und für jeden Hub nur $^3/_4$ des durchlaufenen Volums wirklich schafft, so ist:

$$\frac{1}{\nu_s} = {}^1/_2 \cdot {}^1/_3 \cdot {}^3/_4 = {}^1/_8$$

$$\nu_s = 8,$$

und es entsteht:

$$49)\quad \frac{d_s}{d} = 0{,}07 \cdot \sqrt{\frac{l}{l_s}} \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_1(\varepsilon+\zeta)};$$

macht dabei die Speisepumpe den halben Hub des Kolbens, so ist $\frac{l}{l_s} = 2$, also:

$$\frac{d_s}{d} = 0{,}10 \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_1(\varepsilon+\zeta)};$$

z. B. für $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$; $(\varepsilon+\zeta) = 0{,}30$ ist der Durchmesser der Speisepumpe:

$$d_s = 0{,}12\, d.$$

Uebrigens verhalten sich die gleichzeitig durchlaufenen Volumina (für $\nu_s = 8$):

$$50)\quad \frac{\text{Volum der Speisepumpe}}{\text{Kolbenvolum}} = \frac{{}^1/_4 \cdot \pi \cdot d_s^2 \cdot l_s}{{}^1/_4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l} = \frac{\mathfrak{A}_1(\varepsilon+\zeta)}{200}.$$

Ist die Speisepumpe doppeltwirkend, so braucht ihr Volum nur halb so grofs zu sein.

§. 24.

Bestimmung der Dimensionen der Kaltwasserpumpe.

Die Gewichtsmenge des pro Stunde und Pferd erforderlichen Einspritzwassers für die Condensation ist nach Gl. 30:

$$E_I = \frac{11388}{t_c - t_e} \cdot \frac{667 - t}{667 - t_0}(\varepsilon+\zeta)\,\mathfrak{A}_1\, d \left\{\frac{\varepsilon+\zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi\frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}.$$

Hier ist t_c die Temperatur nach der Condensation,
t_e die Temperatur des Einspritzwassers,
t_0 diejenige des Kesselspeisewassers.

Setzt man $t_c = t_0$, so ist das für N_n Pferde in einer Secunde erforderliche Volum, wie in §. 23:

$$\frac{N_n \cdot E_I}{1000 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{11388}{1000 \cdot 60 \cdot 60} \cdot \frac{(\varepsilon+\zeta)}{(t_c - t_e)} \times$$
$$\times\, \mathfrak{A}_1\, d\left\{\frac{N_n(\varepsilon+\zeta)}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi\sqrt{\mathfrak{A}_m}\right\},$$

und wenn man wieder Gl. 45 anwendet, so entsteht das pro Secunde erforderliche Volum:

$$\mathfrak{B}_e = \frac{11388 \cdot 94{,}68}{1000 \cdot 60 \cdot 60} \cdot \frac{\varepsilon+\zeta}{t_c + t_e} \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d^2 \cdot v\left\{(\varepsilon+\zeta) + \right.$$
$$\left. + \frac{\psi\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{v \cdot d \cdot 94{,}68}\right\},$$

$$51)\quad \mathfrak{B}_e = \frac{0{,}30}{t_c - t_e} \cdot \mathfrak{A}_1\, d^2 v\left\{(\varepsilon+\zeta)^2 + \frac{(\varepsilon+\zeta)\cdot\psi\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{v \cdot d \cdot 94{,}68}\right\}.$$

Nennt man $\mathfrak{a}_e$ den Kolbenquerschnitt,
l_e den Kolbenhub,
v_e die Kolbengeschwindigkeit und
d_e den Kolbendurchmesser der Kaltwasserpumpe, so ist das von derselben durchlaufene Volum pro Secunde:

$$\mathfrak{a}_e \cdot v_e = {}^1/_4 \cdot \pi \cdot d_e^2 \cdot v_e,$$

und wenn das von der Kaltwasserpumpe behufs der Verwendung als Condensationswasser in einer Stunde geförderte Volum Wasser $\frac{1}{\nu_e}$ des vom Kolben durchlaufenen Volums ist, so ergiebt sich:

$$\mathfrak{B}_e = {}^1/_4 \cdot \pi \cdot d_e^2 \cdot v_e \cdot \frac{1}{\nu_e}$$

$$= \frac{0{,}30}{t_c - t_e} \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d^2 \cdot v(\varepsilon+\zeta)^2\left\{1 + \frac{\psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{(\varepsilon+\zeta)\cdot v \cdot d \cdot 94{,}68}\right\},$$

also:

$$d_e^2 v_e = \nu_e \cdot \frac{0{,}38}{t_c - t_e} \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d^2 \cdot v(\varepsilon+\zeta)\left\{1 + \psi\frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{(\varepsilon+\zeta)v \cdot d \cdot 94{,}68}\right\},$$

daher, wenn man das letzte Glied in der Klammer vernachlässigt:

$$52)\quad \frac{d_e}{d} = (\varepsilon+\zeta)\sqrt{\frac{v}{v_e}} \cdot \sqrt{0{,}38 \cdot \nu_e} \cdot \sqrt{\frac{\mathfrak{A}_m}{t_c - t_e}}.$$

Wenn die Kaltwasserpumpe und der Dampfkolben gleichviel Hube machen, ist auch:

$$\frac{v}{v_e} = \frac{l}{l_e},$$

also:

$$53)\quad \frac{d_e}{d} = (\varepsilon+\zeta) \cdot \sqrt{\frac{l}{l_e}} \cdot \sqrt{0{,}38 \cdot \nu_e} \cdot \sqrt{\frac{\mathfrak{A}_m}{c - t_e}}.$$

Wenn die Pumpe einfach wirkend ist, so fördert sie nur in der Hälfte des durchlaufenen Volums Wasser; rechnet man, dafs überhaupt nur $^3/_4$ des von der Pumpe durchlaufenen Volumens Wasser geschafft wird, und dafs die Pumpe im Stande sein soll, 20 % mehr zu schaffen, als zur Condensation unbedingt erforderlich sind, so ist:

$$\frac{1}{\nu_e} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{100}{120} = \frac{100}{320} = \frac{1}{3{,}2}$$

$$\nu_e = 3{,}2;\quad \sqrt{0{,}38 \cdot 3{,}2} = \sqrt{1{,}22} = 1{,}10,$$

also:

$$54)\quad \frac{d_e}{d} = 1{,}10\,(\varepsilon+\zeta)\sqrt{\frac{l}{l_e}} \cdot \sqrt{\frac{\mathfrak{A}_1}{t_c - t_e}}.$$

Rechnet man auf eine Temperaturdifferenz $t_c - t_e = 25$, so entsteht:

55)
$$\frac{d_e}{d} = 0{,}22\,(\varepsilon+\zeta)\sqrt{\mathfrak{A}_1} \cdot \sqrt{\frac{l}{l_e}},$$

und wenn der Hub der Kaltwasserpumpe halb so grofs ist, als der des Dampfkolbens:

$$\frac{d_e}{d} = 0{,}31\,(\varepsilon+\zeta)\sqrt{\mathfrak{A}_1}$$

z. B. für $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$; $(\varepsilon+\zeta) = 0{,}30$, ist der Durchmesser der Kaltwasserpumpe:

$$d_e = 0{,}20\, d.$$

Uebrigens verhalten sich die gleichzeitig durchlaufenen Volumina:

56)
$$\frac{\text{Volum der Kaltwasserpumpe}}{\text{Kolbenvolum}} = \frac{{}^1/_4 \pi \cdot d_e^2 \cdot v_e}{{}^1/_4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v} = \frac{(\varepsilon+\zeta)^2 \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot 0{,}38 \cdot \nu_e}{t_c - t_e},$$

für $\nu_e = 3{,}2$, $t_c - t_e = 25$

$$\frac{\text{Volum der Kaltwasserpumpe}}{\text{Kolbenvolum}} = \frac{1}{20{,}5} \cdot \mathfrak{A}_1(\varepsilon+\zeta)^2,$$

Ist die Kaltwasserpumpe doppelt wirkend, so braucht ihr Volum nur halb so grofs zu sein.

Will man auf die Abkühlung des Dampfes während der Expansion keine Rücksicht nehmen (§. 17), so ist anstatt $(\varepsilon + \zeta)^2$ zu setzen die erste Potenz $(\varepsilon + \zeta)$.

§. 25.

Bestimmung der Dimensionen der Luftpumpe.

Die Bestimmung der Luftpumpe ist die, den Condensator leer von Wasser und atmosphärischer Luft zu halten. Die in den Condensator eintretende Wassermenge ist:

1) die aus der Condensirung des Dampfes entstehende,
2) die durch Einspritzung in den Condensator gelangende.

Erstere kann nicht gröfser werden, als die, welche der Dampfverbrauch der Maschine bedingt. Wir haben dieses Volum pro Secunde in Gl. 46 bestimmt:

$$\mathfrak{B}_s = 0{,}000503\, \mathfrak{A}_1\, v \cdot d^2 \left\{(\varepsilon + \zeta) + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\}.$$

Die zweitgenannte Wassermenge kann nicht gröfser werden, als die von der Kaltwasserpumpe geförderte, und diese ergab sich in der Secunde (Gl. 51):

$$\mathfrak{B}_e = \frac{0{,}30}{t_c - t_e} \cdot \mathfrak{A}_1\, v d^2 \left\{(\varepsilon + \zeta)^2 + \frac{(\varepsilon + \zeta)\, \psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\},$$

folglich ist die Wassermenge, welche die Luftpumpe in der Stunde fortzuschaffen hat:

$$\mathfrak{B}_s + \mathfrak{B}_e = \mathfrak{A}_1\, v\, d^2 \left\{(\varepsilon + \zeta) + \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\} \left[0{,}000503 + \right.$$
$$\left. + \frac{(\varepsilon + \zeta)\, 0{,}30}{t_c - t_e}\right].$$

Hierzu kommt die Luftmenge, welche zugleich mit dem Einspritzwasser in den Condensator eintritt. Dieselbe betrage unter dem Druck der natürlichen Atmosphäre $\varkappa \cdot \mathfrak{B}_e$. Da aber im Condensator eine andere Spannung und eine andere Temperatur herrscht, so ändert die Luft ihr Volum. Die mit dem Einspritzwasser in den Condensator gelangende Luft wird hier erwärmt und dehnt sich zugleich unter der verminderten Spannung im Condensator aus; man kann daher für ihr Verhalten nicht das Poissonsche Gesetz (Zeitschrift für Bauwesen 1874 S. 18) anwenden, da ihr während der Volum-Aenderung Wärme zugeführt wird. Dagegen ist das entstehende Volum im Condensator, welches wir mit $\mathfrak{B}_c$ bezeichnen wollen, nach der Gleichung 6ª am angeführten Orte zu beurtheilen; ist nämlich $\mathfrak{A}_c$ die Spannung im Condensator, so ist:

$$\frac{\mathfrak{A}_e \cdot \mathfrak{B}_e}{a + t_e} = \frac{\mathfrak{A}_c \cdot \mathfrak{B}_c}{a + t_c},$$

$$\mathfrak{B}_c = \frac{\mathfrak{A}_e}{\mathfrak{A}_c} \cdot \frac{a + t_c}{a + t_e} \cdot \varkappa \cdot \mathfrak{B}_e,$$

und da die Luft im Einspritzwasser zuerst unter dem Druck der natürlichen Atmosphäre stand, so ist $\mathfrak{A}_e = 1$, folglich:

$$\mathfrak{B}_c = \frac{\mathfrak{a} + t_c}{\mathfrak{a} + t_e} \cdot \frac{\varkappa \cdot \mathfrak{B}_e}{\mathfrak{A}_c},$$

folglich ist:

$$\mathfrak{B}_e + \mathfrak{B}_c = \mathfrak{B}_e \cdot \left\{1 + \frac{a + t_c}{a + t_e} \cdot \frac{\varkappa}{\mathfrak{A}_c}\right\},$$

und daher das ganze von der Luftpumpe fortzuschaffende Volum:

$$\mathfrak{B}_s + \mathfrak{B}_e + \mathfrak{B}_c = \mathfrak{B}_l$$

$$57)\quad \mathfrak{B}_l = \mathfrak{A}_1\, v \cdot d^2 \left\{(\varepsilon + \zeta) + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot d \cdot v}\right\} \left[0{,}000503 + \right.$$
$$\left. + \frac{0{,}30\,(\varepsilon + \zeta)}{t_c - t_e} \left\{1 + \frac{\varkappa}{\mathfrak{A}_c} \cdot \frac{a + t_c}{a + t_e}\right\}\right].$$

Nimmt man die Spannung im Condensator $\mathfrak{A}_c$ etwa zu $^1/_{20}$ Atmosphären, und rechnet man, dafs das Volum der dem Einspritzwasser beigemengten Luft höchstens 8 % desselben beträgt, so ist:

$$\varkappa = 0{,}08$$

$$\frac{\varkappa}{\mathfrak{A}_c} = \frac{0{,}08}{0{,}05} = 1{,}6.$$

Wenn die Temperatur im Condensator bis auf 40 Grad steigt, und die Temperatur des Condensationswassers 15 Grad beträgt, so ist:

$$\frac{a + t_c}{a + t_e} = \frac{273 + 40}{273 + 15} = \frac{313}{288} = 1{,}09,$$

folglich, da $t_c - t_e = 40 - 15 = 25$ ist, entsteht:

$$\frac{0{,}30\,(\varepsilon + \zeta)}{t_c - t_e} \left\{1 - \frac{\varkappa}{\mathfrak{A}_c} \cdot \frac{a + t_c}{a + t_e}\right\} =$$

$$= \frac{0{,}30}{25}(\varepsilon + \zeta)\, \{1 + 1{,}6 \cdot 1{,}09 = 0{,}033\,(\varepsilon + \zeta),$$

also, wenn man in dem Ausdruck für $\mathfrak{B}_l$ noch den Werth $\dfrac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{94{,}68 \cdot v \cdot d}$ vernachlässigt, entsteht:

$$\mathfrak{B}_l = 0{,}033\, \mathfrak{A}_1\, v \cdot d^2 (\varepsilon + \zeta)^2 \left[\frac{0{,}152}{(\varepsilon + \zeta)} + 1\right].$$

Nennt man nun:

$\mathfrak{a}_l$ den Querschnitt,
d_l den Durchmesser des durchlaufenen Volums,
v_l die Geschwindigkeit mit welcher die Luftpumpe wirklich wirksam ist, so entsteht, wie in §. 23 und 24:

$$\mathfrak{B}_l = {}^1/_4 \pi \cdot d_l^2 \cdot v_l \cdot \frac{1}{\nu_l} = 0{,}033\, \mathfrak{A}_1\, v \cdot d^2 \left\{1 + \frac{0{,}152}{(\varepsilon + \zeta)}\right\} (\varepsilon + \zeta)^2,$$

also:

$$d_l^2 \cdot v_l = 0{,}042\, \nu_l \cdot \mathfrak{A}_1\, v d^2 (\varepsilon + \zeta)^2 \left\{1 + \frac{0{,}152}{(\varepsilon + \zeta)}\right\}$$

$$58)\quad \frac{d_l}{d} = (\varepsilon + \zeta) \cdot \sqrt{0{,}042\, \nu_l} \cdot \sqrt{\frac{v}{v_l}} \sqrt{\mathfrak{A}_1 \left(1 + \frac{0{,}152}{\varepsilon + \zeta}\right)}.$$

Wenn die Luftpumpe und der Dampfkolben gleichviel Hübe machen, ist:

$$\frac{v}{v_l} = \frac{l}{l_l},$$

also:

$$\frac{d_l}{d} = (\varepsilon + \zeta) \cdot \sqrt{0{,}042\, \nu_l} \cdot \sqrt{\frac{l}{l_l}} \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_1 \left(1 + \frac{0{,}152}{\varepsilon + \zeta}\right)}.$$

Ist die Luftpumpe einfach wirkend, fördert dieselbe nur $^3/_4$ ihres Volums wirklich Wasser, und rechnet man, dafs sie 20 % Wasser mehr schaffen soll, als für die Condensation unbedingt erforderlich ist, um das sogenannte Ersaufen des Condensators zu verhüten, so ist:

$$\frac{1}{\nu_l} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{100}{120} = \frac{1}{3{,}2};\quad \nu_l = 3{,}2;$$

$$\sqrt{0{,}042 \cdot \nu_l} = \sqrt{0{,}1344} = 0{,}37,$$

und man hat:

59)

$$\frac{d_l}{d} = 0{,}37 \cdot (\varepsilon + \zeta) \cdot \sqrt{\frac{l}{l_l}} \sqrt{\mathfrak{A}_1 \left(1 + \frac{0{,}152}{\varepsilon + \zeta}\right)},$$

und wenn der Hub der Luftpumpe halb so grofs ist, als der des Dampfkolbens ($l = 2 l_l$):

$$\frac{d_l}{d} = 0{,}52\,(\varepsilon + \zeta) \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_1 \left(1 + \frac{0{,}152}{(\varepsilon + \zeta)}\right)};$$

z. B. für $(\varepsilon + \zeta) = 0{,}30$ und $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ entsteht:

$$\frac{d_l}{d} = 0{,}52 \cdot 0{,}30 \sqrt{4{,}5 \left(1 + \frac{0{,}152}{0{,}30}\right)} = 0{,}41,$$

$$d_l = 0{,}41\, d.$$

Uebrigens verhalten sich die gleichzeitig durchlaufenen Volumina:

$$60)\quad \frac{\text{Volum der Luftpumpe}}{\text{Kolben-Volum}} = \frac{{}^1\!/_4 \cdot \pi \cdot d_l^2 \cdot l_l}{{}^1\!/_4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l} = 0{,}1344(\varepsilon + \zeta)^2 \cdot \mathfrak{A}_1 \left(1 + \frac{0{,}152}{\varepsilon + \zeta}\right) = \frac{1}{7{,}5} \cdot \mathfrak{A}_1 (\varepsilon + \zeta)^2 \cdot \left(1 + \frac{0{,}152}{(\varepsilon + \zeta)}\right).$$

Wenn die Luftpumpe doppelt wirkend ist, so braucht ihr Volum nur halb so grofs zu sein.

§. 26.

Ueber die Wahl des Systems einer Dampfmaschine.

Wenn man eine Maschine neu zu construiren hat, so ist vor Allem maafsgebend die Gröfse der Nutzleistung, welche von der Maschine beansprucht wird. Ist die Gröfse der Nutzleistung gleich N_n festgestellt, so hat man sich zunächst über das System und dann über die Anordnung der Maschine zu entscheiden.

Unter dem System der Maschine verstehen wir den Inbegriff aller derjenigen Bestimmungen, welche auf die Art und Weise der Wirkung des Dampfes in den Maschinen von Einflufs sind, namentlich also der Umstand, ob die Maschine mit oder ohne Condensation, ferner mit welcher Füllung und mit welcher Volldruckspannung ($\mathfrak{A}_1$) dieselbe arbeiten soll.

Unter der Anordnung der Maschine verstehen wir den Inbegriff aller derjenigen Bestimmungen, welche für die Gruppirung der einzelnen Theile maafsgebend sind; z. B. die Bestimmung darüber, ob die Maschine stehend, liegend oder transportabel, direct wirkend oder mit Balancier, mit Schieber-, Hahn- oder mit Ventil-Steuerung, mit Kurbelmechanismus oder ohne solchen angewendet werden soll.

In Bezug auf die Wahl des Systems der Maschine sind diejenigen Bedingungen maafsgebend, welche bei der Construction der Maschine nächst der erforderlichen Gröfse der Nutzleistung in erster Linie zu erfüllen sind. Zu solchen, in erster Linie maafsgebenden Bedingungen können gehören: möglichst geringe Kosten der ersten Anschaffung, möglichst kleiner Raum, den die Maschine einnehmen soll, möglichst geringe und leichte Fundirung derselben, leichte Transportfähigkeit u. s. w. In allen solchen Fällen, wo diese Bedingungen in den Vordergrund treten, wird man Maschinen ohne Condensation zu wählen haben, aufserdem ergiebt die Gl. 20, dafs der Cylinderdurchmesser um so kleiner wird, je gröfser man die Kolbengeschwindigkeit v (§. 10) wählt, und je gröfser $\mathfrak{A}_m$ wird, d. h. je gröfser nach Gl. 14 die Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ und der Füllungswerth ε genommen wird, denn mit dem Werth ε wächst der Werth ϑ. Es läfst sich also allgemein der Satz aufstellen:

> Die billigsten, einfachsten, räumlich eingeschränktesten und leichtesten Dampfmaschinen sind solche, welche mit möglichst hoher Anfangsspannung, möglichst grofser Füllung, ohne Condensation und mit möglichst grofser Kolbengeschwindigkeit arbeiten. Diese Maschinen sind aber in Bezug auf die möglichst sparsame Verwendung des Wasserdampfes die unvollkommensten.

Wenn dagegen als Grundbedingung in erster Linie die möglichst vortheilhafte Ausnutzung des Wasserdampfes durch die Dampfmaschine aufgestellt wird, so ergiebt sich durch die Gl. 24, dafs der Dampfverbrauch pro Pferd um so kleiner ist, je kleiner die Füllung ε und je gröfser $\mathfrak{A}_m$ ist, d. h. je gröfser bei einem gegebenen ε die Volldruckspannung (Gl. 14) $\mathfrak{A}_1$ ist; ferner ergiebt sich aus den Untersuchungen in §. 22, dafs es für diesen Fall einen vortheilhaftesten Kolbendurchmesser d (Gl. 42) und demgemäfs (Gl. 16) eine vortheilhafte Geschwindigkeit (Gl. 43) giebt, dafs man aber aus praktischen Gründen bis zu dieser (sehr kleinen) vortheilhaftesten Geschwindigkeit nicht hinabzugehen pflegt. Man kann daher den allgemeinen Satz aufstellen:

> Diejenigen Dampfmaschinen, welche den erzeugten Wasserdampf am besten ausnutzen, sind solche, welche mit Condensation, mit möglichst hoher Volldruckspannung, mit möglichst geringer Füllung und mit einer möglichst geringen, der vortheilhaftesten Geschwindigkeit (Gl. 43) sich möglichst nähernden Kolbengeschwindigkeit arbeiten. Da man bei Benutzung des Woolfschen Systems eine erheblich geringere Füllung zur Anwendung bringen kann (§. 19), so ist offenbar das Woolfsche System in dieser Beziehung den eincylindrigen Maschinen vorzuziehen.

Will man also eine möglichst vortheilhafte Ausnutzung des erzeugten Wasserdampf erzielen, so mufs man zunächst eine möglichst hohe Volldruckspannung wählen. Man pflegt gegenwärtig selten diese Spannung unter $4^1/_2$ Atmosphären Totaldruck zu wählen, geht aber jetzt schon häufig und mit gutem Erfolg bis zu 10 Atmosphären; man wird in der Folge diese Spannung als eine ganz gewöhnliche anzusehen sich gewöhnen, und wahrscheinlich mit fortschreitender Ausbildung in der Kesselconstruction noch höhere Spannungen wählen.

Man mufs ferner zur Erreichung des genannten Zweckes eine Maschine mit Condensation wählen. Dies ist nicht immer möglich, weil man nicht überall das Condensationswasser beschaffen kann, oder weil man auch nicht überall das etwa beschaffte Condensationswasser in einfacher Weise wieder los werden kann. Bevor man sich über die Anwendung der Condensation entscheidet, ist mit Rücksicht auf §. 13 die erforderliche Menge Condensationswasser zu ermitteln, wozu Gl. 30, 31 und 32 zu benutzen sind.

Gleichviel, ob man die Maschine mit oder ohne Condensation arbeiten läfst, immer mufs man eine möglichst geringe Füllung geben, wenn man den Dampf möglichst ausnutzen will. Ueber die Grenzen der zu gebenden kleinsten Füllung handeln §. 19 und §. 20. Wenn man den Schlufsdruck auf den Kolben nicht kleiner machen will, als dafs am Schlusse des Kolbenhubes der Nutzdruck 0 wird, so ergiebt sich aus Gl. 39 die kleinste zu wählende Füllung. Immer gestattet das Woolfsche System eine geringere Füllung als die eincylindrigen Maschinen, und dasselbe ist daher nicht nur bei Condensationsmaschinen in Bezug auf die Ausnutzung der Dampfkraft vortheilhafter, als die eincylindrigen Maschinen, sondern auch in allen Fällen, wo man die Condensation nicht anzuwenden vermag. Die Anwendung des Woolfschen Systems auf die Maschinen ohne Condensation wird jedenfalls in der Folge immer mehr Beachtung finden.

Die Anwendung der vortheilhaftesten Geschwindigkeit (§. 22) liefert zu grofse Kolbendurchmesser, und ist daher

aus praktischen Gründen, weil die Maschinen zu schwer und zu theuer werden, nicht zu empfehlen. Ueber die praktisch empfehlenswerthen Kolbengeschwindigkeiten handelt §. 10; immerhin sind die geringeren Geschwindigkeiten bis zu dem in §. 22 ermittelten Werth hin für die ökonomische Verwerthung des Wasserdampfes die vortheilhafteren.

Da mit der günstigeren Ausnutzung des erzeugten Wasserdampfes die Dampfmaschinen schwerer und theuerer werden, so ist es lediglich eine Frage der Oekonomie, an welcher Grenze die erwähnten Kosten für Amortisation und Verzinsung des Anlage-Kapitals den Ersparnissen an Wasserdampf das Gleichgewicht halten.

Uebrigens kommt es in der Regel nicht sowohl auf die Ersparnisse an Wasserdampf, als vielmehr auf die möglichst vortheilhafteste Ausnutzung des Brennmaterials an, und hierzu gehört jedesmal zweierlei, nämlich:

1) dafs die Maschine so beschaffen ist, dafs der erzeugte Wasserdampf möglichst vortheilhaft ausgenutzt werde, d. h. dafs man von dem erzeugten Wasserdampf eine möglichst grofse Nutzleistung erziele, und

2) dafs der Kessel so beschaffen sei, dafs das verbrannte Material möglichst vortheilhaft ausgenutzt werde, d. h. dafs man mit dem verbrannten Material möglichst viel Wasserdampf herstelle.

Die Frage, welche sich an die erste Bedingung knüpfen, sind, soweit sie das System der Maschine betreffen, im Wesentlichen in dem vorstehenden Aufsatz behandelt worden; diejenigen Fragen aber, welche sich an die zweite Bedingung knüpfen, beabsichtigt der Verfasser in einem folgenden Aufsatze zu besprechen.

§. 27.

Kurze Zusammenstellung der für die Berechnung der Dampfmaschinen wichtigsten im Vorstehenden entwickelten Resultate.

Die zur Berechnung einer Dampfmaschine im Vorstehenden gefundenen wichtigsten Resultate sind in kurzer Zusammenstellung folgende:

1) Der mittlere wirksame Druck auf den Kolben ist:

$$\mathfrak{A}_m = \vartheta \cdot \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s \quad \text{(Gl. 14)},$$

worin $\mathfrak{A}_1$ gleich der Volldruckspannung in Atmosphären,

$\mathfrak{A}_s$ gleich dem Druck gegen die Rückseite des Kolbens ist;

$\vartheta_1 \mathfrak{A}_s$ ist durch §. 6 zu bestimmen.

ϑ ist der Wirkungs-Coefficient und durch §. 5 zu bestimmen.

2) Der mittlere Widerstand gegen den Kolben, welcher von der Reibung der unbelasteten Maschine herrührt, ist:

$$\mathfrak{R}_0 = \frac{\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p}{d} = \frac{\mathfrak{R}}{d} \quad \text{(Gl. 11 und §. 3)}.$$

Der Werth von $\mathfrak{R}$ ist durch Gl. 17 zu bestimmen.

3) Die Nutzleistung einer Dampfmaschine in Pferden ist:

$$N_n = 94{,}_{68} \cdot v(d^2 \cdot \mathfrak{A}_m - d\mathfrak{R}); \quad \text{(Gl. 16)},$$

worin v die mittlere Kolbengeschwindigkeit pro Secunde in Meter,

d der Durchmesser des Kolbens in Meter, und

$\mathfrak{A}_m$ und $\mathfrak{R}$ die unter Nr. 1 und 2 angegebenen Werthe sind.

4) Für eine neu zu construirende Maschine bestimmt man vorher die Werthe N_n $\mathfrak{A}_1$ ε und v und berechnet den Kolbendurchmesser nach Gl. 20:

$$d = {}^1\!/_2 \cdot \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{A}_m} \left\{ 1 + \sqrt{\frac{N_n}{v} \cdot \frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} \cdot \frac{1}{23{,}_{67}} + 1} \right\}.$$

5) Der Werth von ε ist im Allgemeinen so klein zu wählen, als es die Verhältnisse gestatten, doch nicht kleiner, als dafs der Nutzdruck auf den Kolben am Schlufs des Hubes gleich Null wird. Für eincylindrige Maschinen ist der kleinste Werth von ε unter dieser Voraussetzung, näherungsweise:

$$\varepsilon_0 = \frac{\vartheta_1 \mathfrak{A}_s + \frac{\mathfrak{R}}{d}}{\mathfrak{A}_1},$$

und für Woolfsche Maschinen:

$$\varepsilon_w = \frac{\varepsilon_0}{2 - \frac{1}{\tau}};$$

(Vergl. §. 19 und 20; Gl. 38 und 39).

Hierin ist:

$$\tau = \frac{\text{Kolbenvolum des grofsen Cylinders}}{\text{Kolbenvolum des kleinen Cylinders}} \quad \text{(§. 18)}.$$

Mit Rücksicht auf das günstigste Verhältnifs zwischen dem Schlufsdruck und dem Anfangsdruck ist bei Woolfschen Maschinen:

$$\tau = {}^1\!/_2 \left\{ 1 + \sqrt{\frac{4}{\varepsilon} - 1} \right\} \quad \text{(Gl. 40)}.$$

6) Hat man behufs Berechnung einer neuen Maschine vorläufig ε angenommen, und daraus d nach Nr. 4 berechnet, so mufs man demnächst controliren, ob man nach Nr. 6 ε nicht zu klein genommen hat; in letzterem Fall ist die Rechnung zu corrigiren.

7) Die Annahme der Kolbengeschwindigkeit hat entweder unter der Voraussetzung zu erfolgen, dafs der Dampfverbrauch ein Minimum werde (§. 22 Gl. 43), oder, da diese Geschwindigkeit

$$v = \frac{N_n}{94{,}_{68} \cdot d(d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R})} \quad \text{(Gl. 43)}$$

meist aus praktischen Gründen zu klein ausfällt, d. h. zu grofse Kolbendurchmesser erfordern würde, noch passender nach den in §. 10 angegebenen praktischen Regeln.

8) Eine Dampfmaschine nach Woolfschem System hat man genau so zu berechnen, als ob dieselbe Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ und dieselbe Füllung ε in einer eincylindrigen Maschine zulässig wäre. Man findet durch solche Rechnung (Nr. 3) den Durchmesser des grofsen Cylinders, bestimmt sodann nach §. 21 Gl. 40, den vortheilhaftesten Werth von τ, und dann nach §. 18 die übrigen maafsgebenden Werthe.

9) Der Dampfverbrauch pro Stunde und Pferd ist:

$$\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_l = 19{,}_{10} \cdot d \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{\,0{,}94} \quad \text{(Gl. 24)};$$

hierin ist:

ζ der Coefficient des schädlichen Raumes, bei eincylindrigen Maschinen gewöhnlich $0{,}_{05}$, bei Woolfschen Maschinen $0{,}_{015}$,

ψ der Coefficient für die Undichtigkeit der Verschlüsse, durchschnittlich $1{,}_{25}$, im Uebrigen nach §. 13 zu bestimmen.

10) Die Anzahl der pro Stunde und Pferd erforderlichen Wärme-Einheiten ist:

$$\delta \cdot \gamma_1 \mathfrak{D}_I = 11388 \,\{1 - 0{,}0015\, t_0\} \cdot \mathfrak{A}_1\, d \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\}, \quad \text{(Gl. 25)},$$

und die Gewichtsmenge Brennmaterial, welche pro Stunde und Pferd erforderlich ist, bestimmt sich nach Gl. 26:

$$G_I = \frac{1{,}41}{\eta_h \cdot \beta} \cdot \mathfrak{A}_1 d (1 - 0{,}0015\, t_0) \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\};$$

hierin bezeichnet:

t_0 die Temperatur des Speisewassers für den Kessel,
η_h die Ausnutzung der Heizkraft (§. 15),
β die specifische Heizkraft des Brennmaterials für Kohlenstoff = 1.

11) Bei **Condensationsmaschinen** ist die pro Stunde und Pferd erforderliche Menge Einspritzwasser in Kilogramm:

$$E_I = \frac{1138}{t_c - t_e} \cdot \frac{667 - t_c}{667 - t_0} (\varepsilon + \zeta) \mathfrak{A}_1\, d \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\}, \quad \text{(Gl. 30)},$$

worin:

t_c die Temperatur im Condensator,
t_e die Temperatur des Einspritzwassers,
t_0 die Temperatur des Kesselspeisewassers bezeichnet.

Näherungsweise ist, (wenn $t_c = t_0$) für jedes verbrauchte Kilogramm Dampf an Einspritzwasser erforderlich:

$$\frac{E_I}{\gamma_1 \mathfrak{D}_I} = \frac{656}{t_c - t_e} (\varepsilon + \zeta), \quad \text{(Gl. 32)},$$

wobei die Abkühlung des Dampfes während der Expansion berücksichtigt ist (§. 17).

12) Der Durchmesser der **Speisepumpe** ist nach §. 23 zu bestimmen; derjenige der **Kaltwasserpumpe** nach §. 24 und derjenige der **Luftpumpe** nach §. 25. Sind sämmtliche Pumpen einfach wirkend, so verhalten sich die gleichzeitig durchlaufenen Volumina:

$$\frac{\text{Volum der Speisepumpe}}{\text{Kolbenvolum}} = \frac{1}{200} \cdot \mathfrak{A}_1 (\varepsilon + \zeta), \quad \text{(Gl. 50)};$$

$$\frac{\text{Volum der Kaltwasserpumpe}}{\text{Kolbenvolum}} = \frac{1}{20{,}5} \cdot \mathfrak{A}_1 (\varepsilon + \zeta)^2, \text{(Gl. 56)};$$

$$\frac{\text{Volum der Luftpumpe}}{\text{Kolbenvolum}} = \frac{1}{7{,}5} \cdot \mathfrak{A}_1 (\varepsilon + \zeta)^2 \cdot \left(1 + \frac{0{,}152}{(\varepsilon + \zeta)}\right), \quad \text{(Gl. 60)}.$$

Sind die Pumpen **doppelt wirkend**, so braucht das von demselben gleichzeitig mit dem Kolbenvolum durchlaufene Volum nur **halb** so grofs zu sein, als wenn sie einfach wirkend sind.

H. Wiebe.

Belastungsgesetze für den Balken auf zwei Stützpunkten.

(Mit Zeichnungen auf Blatt U im Text.)

In den Jahrgängen 1870, 1874 und 1876 dieser Zeitschrift sind die Belastungsgesetze für verschiedene Fälle des Balkens auf zwei Stützpunkten besprochen. Dieselben lassen sich unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte betrachten und sollen hier in dieser Weise zusammengestellt werden.

Die Ermittelung der Inanspruchnahme eines Constructionstheiles kann geschehen, indem man durch den Träger einen jenen Theil treffenden Schnitt geführt, den einen Trägertheil entfernt und in den Schnittstellen die von ihm vorher ausgeübten Spannungen als äufsere Kräfte angebracht denkt. Solchenfalls ist dann die Beanspruchung des fraglichen Constructionstheiles jedesmal eine Function des Angriffsmomentes der auf den beibehaltenen Trägertheil wirkenden äufseren Kräfte in Bezug auf einen entsprechend gelegenen Punkt. Dieser letztere fällt bei homogenen Trägern mit der Schnittstelle, bei Trägern mit einfach gegliederter Wand mit demjenigen Punkte zusammen, in welchem sich die durch den gedachten Schnitt gleichzeitig mit dem zu berechnenden Theile getroffenen beiden Stäbe schneiden.

Die Untersuchung der Belastungsgesetze fällt daher, soweit es sich um die Einwirkung der Nutzlast handelt, zusammen mit der Auffindung der Grenzwerthe jenes Angriffsmomentes, und werden demnach die Gesetze verschiedene sein für die charakteristischen Lagen des Momentenpunktes, während die specielle Lage des Constructionstheiles ganz aufser Betracht bleiben kann.

Setzt man im Allgemeinen voraus, der die Construction trennende, den fraglichen Theil treffende Schnitt liege zwischen zwei Punkten C und D (Querträgern), Blatt U Fig. 1, an welchen die Fahrbahn mit den Hauptträgern in Verbindung tritt, der Momentenpunkt in einer Vertikalen mit den Abständen m_0 und m_1 von den Auflagervertikalen, so sind als charakteristisch unterschieden folgende Belastungen einzuführen: 1) die Belastungen der Strecke x_0, 2) die Lasten im Fache zwischen den Querträgern und 3) die Belastungen der Strecke x_1. Werden diese Belastungen in den betreffenden Schwerpunkten concentrirt gedacht und mit G, Q, G', die entsprechenden Abstände mit g, λ, λ', g' bezeichnet, so ergiebt sich allgemein das Moment der äufsereren Kräfte, welche das durch einen beliebig zwischen x_0 und $(x_0 + a)$ geführten Schnitt abgetrennte Stück beeinflussen, in Bezug auf die durch den Momentenpunkt gezogene Vertikale:

$$M = \frac{Gg}{l} m' + \frac{G'g'}{l} m_0 + \frac{Q\lambda'}{a} \cdot \frac{x_0}{l} m_1 + \frac{Q\lambda}{a} \cdot \frac{x_1}{l} \cdot m_0$$
$$= \frac{Gg}{l} m_1 + \frac{G'g'}{l} m_0 + \frac{Q}{al} (\lambda' x_0 m_1 + \lambda x_1 m_0) \quad . \quad 1$$

Die Strecken m_0 und m_1 sind hierin positiv oder negativ einzuführen, je nach der Lage des Momentenpunktes, und ergiebt sich noch die Veränderung ΔM, welche das Moment M für eine Zugverschiebung Δg erfährt, zu:

$$\Delta M = \Delta g \left(\frac{G m'}{l} - \frac{G' m_0}{l} + \frac{Q}{al} (m_0 x_1 - m_1 x_0) \right) \quad . \quad . \quad 2$$

Hierin ist Δg positiv, wenn die Bewegung von links nach rechts erfolgt, für den entgegengesetzten Sinn aber negativ.

Mit den Werthen 1 und 2 lassen sich die Belastungsgesetze und Zugstellungen ermitteln und hat man dabei folgende Lagen des Momentenpunktes zu unterscheiden:

1) Der Momentenpunkt liegt aufserhalb der Stützweite und zwar

a) links von den Stützen

(Fig. 2 und als Beispiele Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Dann ist m_0 negativ, oder wenn unter m_0 der absolute Werth verstanden werden soll, in den Gleichungen 1 und 2 m_0 mit $-m_0$ zu vertauschen, wonach entsteht:

$$M = \frac{Gg}{l} m_1 - \frac{G'g'}{l} m_0 + \frac{Q}{al}(\lambda' x_0 m_1 - \lambda x_1 m_0) \quad . \quad . \quad 3$$

$$\Delta M = \Delta g \left(\frac{Gm'}{l} + \frac{G' m_0}{l} + \frac{Q}{al}(-x_0 m_1 - m_0 x_1) \right) \quad . \quad 4$$

Aus Gleichung 3 ersieht man, dafs die Wirkung der Belastung G und G' eine verschiedene ist, diejenige der Belastung Q aber je nach ihrer Lage verschiedenes Vorzeichen besitzt. Letztere wird zu Null für

$$\lambda_1 x_0 m_1 - \lambda x_1 m_0 = 0$$

oder wenn der hieraus erfolgende Grenzwerth von λ' mit λ'_0 bezeichnet und noch $\lambda = a - \lambda'$ gesetzt wird, für

$$\lambda'_0 = \frac{a \cdot x_1 \cdot m_0}{x_0 m' + x_1 m_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5$$

Diese Gleichung giebt zu der in Fig. 9 gezeichneten einfachen Construction Veranlassung, welche sich mit den bekannten Eigenschaften des Seilpolygones leicht beweisen läfst und zuerst von Culmann angegeben wurde. Man zieht danach zwei beliebige Strahlen durch den Momentenpunkt O und verbindet die Schnittpunkte a und b des einen derselben und der Auflagervertikalen mit den Schnittpunkten c und d des anderen und der Vertikalen durch die Fachpunkte. Der Schnitt e der Linien ac und bd giebt den fraglichen Abstand λ'_0. Zum Nachweis hat man den Linienzug $acdb$ Seilpolygon für die Belastungen $\frac{Q\lambda'_0}{a}$ und $\frac{Q\lambda_0}{a}$ in den Fachpunkten aufzufassen und zu erwägen, dafs der Einflufs von Q auf das Moment M zum Punkte O Null wird, wenn der Angriffspunkt der Transversalkraft mit O zusammenfällt, was nach der beschriebenen Construction eintrifft.

Lasten auf der Strecke λ_0 geben einen positiven, solche auf λ'_0 einen negativen Beitrag zu M.

Die Grenzwerthe des Momentes ergeben sich hiernach für einseitige Belastung und zwar das positive Maximum, wenn die Strecke x_0 belastet, das negative wenn dies mit x_1 der Fall ist.

Für stetige Last (Menschengedränge) ist noch, entsprechend Gleichung 5, der Kopf der einseitigen Belastung in das Fach vorzuschieben und ergeben sich die Alternativwerthe bezw. für Belastung der Strecken $x_0 + \lambda_0$ und $x_1 + \lambda'_0$.

Für isolirte Lasten (Wagenzüge) ist die Belastung so zu ordnen, dafs die Producte Gg, bezw. $G'g'$, von welchen der Werth des Momentes abhängt, möglichst grofs werden, oder es sind die schwersten Lasten am Kopf des einseitig belastenden Zuges zu concentriren und zunächst das erste Rad auf den Punkt x_0 bezw. $(x_0 + a)$ zu stellen.

Das Kriterium für eine eventuelle Zugverschiebung, durch welche Lasten (Q) in das Fach eintreten würden, liefert dann Gleichung 4.

Es ergiebt sich hiernach, dafs für den auf der Abscisse x_0 aufgestellten, mit den schwersten Lasten gegen x_0 concentrirten Zug (positives Maximum) mit einer Verschiebung des Zuges von links nach rechts (Δg positiv) eine Vergröfserung des Werthes von M verbunden sein würde, so lange der Ausdruck

$$\frac{Gm'}{l} - \frac{Q}{al}(x_0 m_1 + x_1 m_0) > 0,$$

d. h. positiv oder der Quotient

$$\frac{G}{Q} > \frac{x_0 m_1 + x_1 m_0}{a \cdot m_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6^a$$

Dieser Werth kann leicht auf die Form

$$\frac{G}{Q} > \left(\frac{l(m_1 - x_1)}{a \cdot m_1} - 1 \right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6^b$$

oder auch

$$\frac{G+Q}{Q} > \frac{l(m_1 - x_1)}{a \cdot m_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6^c$$

gebracht werden und ist insbesondere die letzte Form sehr geeignet, um entweder durch eine einfache Rechnung oder graphische Construction dasjenige Rad zu finden, welches auf x_0 zu bringen ist, sobald man den Quotienten $\frac{l(m_1 - x_1)}{a \cdot m_1} = n$ ermittelt hat. $G + Q$ bedeutet zunächst die Summe aller auf x_0 aufgestellten Lasten, während sich das erste Rad in x_0 befindet. Bestimmt man somit den Quotienten $\frac{G+Q}{n}$, und summirt dann die Radbelastungen vom Kopf des Zuges beginnend, so ist nach 6^c dasjenige Rad ϱ über x_0 zu bringen, bei dessen Addition die Summe der Lasten vom Kopf des Zuges aus gerechnet gröfser wird als der Quotient $\frac{G+Q}{n}$. Treten bei der entsprechend nothwendigen Verschiebung keine neuen Räder auf die Strecke x_0, so hat das betreffende Rad ϱ auf x_0 zu verbleiben, anderenfalls ist das Verfahren in leicht verständlicher Weise für die nunmehrige Belastung $G + Q$ zu wiederholen. Es ergiebt sich hieraus noch, dafs das erste Rad so lange auf x_0 verbleibt, als der Quotient $\frac{G+Q}{n}$ kleiner ist als die Belastung des ersten Rades, und dafs im allgemeinen für die Maximalstellung irgend ein Rad über x_0 stehen wird. Nur dann, wenn sich die Gleichung

$$\frac{G+Q}{Q} = n$$

zufälligerweise erfüllt, der Werth $\frac{G+Q}{n}$ somit gerade der Summe Q einer oder mehrerer Radbelastungen entspricht, ist es gleichgiltig, welches der durch diese Summe getrennten Räder auf x_0 gebracht oder ob eine beliebig zwischen diesen beiden gelegene Zugstellung gewählt wird.

Statt der Rechnung kann das betreffende Rad in der in Fig. 10 angedeuteten Weise auch durch Zeichnung ermittelt werden und insbesondere ist dies dann zweckmäfsig, wenn die statische Berechnung überhaupt auf graphische Weise erfolgt. Die Fachtheilung wird dann am besten am Rande eines scharf abgeschnittenen Papierstreifens aufgetragen (s. Ztschrft. f. Bauwesen 1874. S. 394) und mit diesem im Seilpolygon die Lasten $(G + Q)$ der ersten Stellung ermittelt, diese auf der Lastlinie des Kräftepolygones heraus gegriffen und durch das in Fig. 10 angedeutete Verfahren ein Rad ϱ bestimmt, welches zunächst auf x_0 zu bringen wäre, u. s. f. Trifft die Parallele in Fig. 10 zwischen zwei Lasten, so ist es wieder einerlei, ob Rad ϱ oder ϱ' auf x_0 gebracht

oder eine zwischenliegende Stellung gewählt wird, vorausgesetzt, dafs bei den entsprechenden Verschiebungen keine Veränderungen mit dem Zuge vorgehen.

Für das negative Maximum ist der auf x_1 aufgestellte, mit den schwersten Belastungen gegen x_1 concentrirte Zug von rechts nach links ($\varDelta g$ negativ) vorzuschieben, so lange entsprechend Gleichung 4 der Werth

$$G' m_0 - \frac{Q}{a}(x_0 m_1 + x_1 m_0) > 0$$

oder

$$\frac{G'}{Q} > \frac{x_0 m_1 + x_1 m_0}{a \cdot m_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7^a$$

Dieser Ausdruck kann auch noch geschrieben werden

$$\frac{G'}{Q} > \left(\frac{l(x_0 + m_0)}{a \cdot m_0} - 1\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7^b$$

oder auch

$$\frac{G' + Q}{Q} > \frac{l(x_0 + m_0)}{a \cdot m_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7^c$$

und gelten hier ganz die zu den Gleichungen 6 gemachten Bemerkungen.

Die Gleichungen 6 und 7 lassen sich unter gemeinsamen Gesichtspunkten auffassen, insbesondere kann für die rechten Seiten der Formen b und c hervorgehoben werden, dafs dieser Theil das Product des Werthes $\frac{l}{a}$ mit einem Bruche ist, dessen Zähler den Abstand des vom Zuge nicht bedeckten Fachpunktes vom Momentenpunkte und dessen Nenner der Abstand des vom Zuge nicht berührten Auflagers von demselben Punkte bedeutet.

Bei den oben betrachteten Verschiebungen des einseitig belastenden Zuges darf im Allgemeinen kein Rad über den abgekehrten Endpunkt des betreffenden Faches hinausgeschoben werden, da die Belastung des jenseitigen Theiles die entgegengesetzte Inanspruchnahme hervorruft.

Im Allgemeinen werden auch die den Zug bespannenden Maschinen vorwärts gerichtet sein müssen. Indessen kommt es doch vor und insbesondere in den Endfachen bei Belastung durch schwere Güterzugsmaschinen mit kurzem Radstand, dafs die erste Maschine umzukehren, der Tender vorauszustellen und die Tenderräder auf die Jenseite herüberzusetzen sind (Ztschrft. f. Bauw. 1870. S. 39 etc.). Die gröfsere Annäherung der schwerbelasteten Maschinenräder gleicht dann den Einflufs der leichteren Tenderräder aus. Um genügende Grenzwerthe zu erhalten, kann in solchen Fällen der Tender weggelassen werden, andernfalls hat man die Zugverschiebungen und die Anordnung auf Grund der allgemeinen Gleichungen 3 und 4 vorzunehmen.

Und zwar würden entsprechend Gleichung 3 für das positive Maximum die schwersten Lasten auf der Strecke x_0 und im Fach gegen den Punkt x_0, auf x_1 aber gegen das Ende der Spannweite zu concentriren sein. Die Zugverschiebung aber wäre von links nach rechts oder umgekehrt fortzusetzen, so lange:

$$\overset{\rightarrow}{\leftarrow} \quad G m' + G' m_0 - \frac{Q}{a}(x_0 m_1 + x_1 m_0) \gtrless 0 \quad . \quad . \quad . \quad 8$$

Für das negative Maximum sind die schwersten Lasten auf x_1 und im Fach gegen x_1, auf x_0 gegen die linke Stütze zu setzen, eine Verschiebung aber von rechts nach links, bezw. im umgekehrten Sinne fortzusetzen, je nachdem

$$\overset{\leftarrow}{\rightarrow} \quad G m' + G' m_0 - \frac{Q}{a}(x_0 m_1 + x_1 m_0) \gtrless 0 \quad . \quad . \quad 9$$

Für den Parallelbalken ist für m_0 und $m_1 = l + m_0$ der Werth $m_0 = \infty$ einzuführen und entsteht aus 5 hiermit

$$\lambda'_0 = \frac{a x_1}{(l - a)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5^b$$

Derselbe läfst sich nach Früherem durch Fig. 11 finden, oder auch nach 12 aus den Ordinaten einer Geraden, deren Ordinate für $x_0 = a$ gleich a, und für $x_0 = l$ zu Null wird.

Für die Zugverschiebung ergeben sich aus 6, 7, 8 und 9 bezw. die Ungleichungen

$$\frac{G}{Q} > \left(\frac{l}{a} - 1\right)$$

oder

$$\frac{G + Q}{Q} > \frac{l}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6^d$$

$$\frac{G'}{Q} > \frac{l}{a} - 1$$

oder

$$\frac{Q + G'}{Q} > \frac{l}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7^d$$

$$G + G' - \frac{Q(l - a)}{a} \gtrless 0 \quad . \quad . \quad . \quad \begin{cases} 8^d \\ 9^d \end{cases}$$

b) rechts von den Stützen.

Dann ist m_1 negativ, oder wenn unter m_1 der absolute Werth verstanden werden soll, in den Gleichungen 1 und 2 m_1 mit $-m_1$ zu vertauschen, wonach entsteht:

$$M = -\frac{G g}{l} m_1 + \frac{G' g' m_0}{l} + \frac{Q}{a\, l}(-\lambda_1 x_0 m' + \lambda x_1 m_0) \quad . \quad 10$$

$$\varDelta M = \varDelta g \left(-\frac{G m_1}{l} - \frac{G' m_0}{l} + \frac{Q}{a\, l}(m_0 x_1 + m_1 x_0)\right) \quad . \quad 11$$

Die Verhältnisse sind, wie sich ohne weiteres einsehen läfst, den unter a entwickelten entsprechend, da die jetzige Lage des Momentenpunktes das Spiegelbild der vorhergehenden ist, oder sich auch ergiebt, wenn man die betreffenden Figuren von der Rückseite betrachtet. Als Resultate ergeben sich kurz zusammengestellt:

Die Wirkung der Belastung G und G' ist eine verschiedene, diejenige von Q wechselt je nach der Lage im Fach das Vorzeichen und zwar ist die Wirkung Null für

$$\lambda_0 = \frac{a x_0 m_1}{x_0 m_1 + x_1 m_0}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12$$

welcher Werth sich durch die in Fig. 13 dargestellte Construction ergiebt, für welche wie früher darauf hingewiesen werden kann, dafs sie den Ausspruch enthält: die Resultante der auf den abgeschnitten gedachten Trägertheil wirkenden äufseren Kräfte geht durch den Momentenpunkt.

Die Grenzwerthe treten bei Alternativbelastungen ein und zwar gilt:

1) für das positive Maximum:

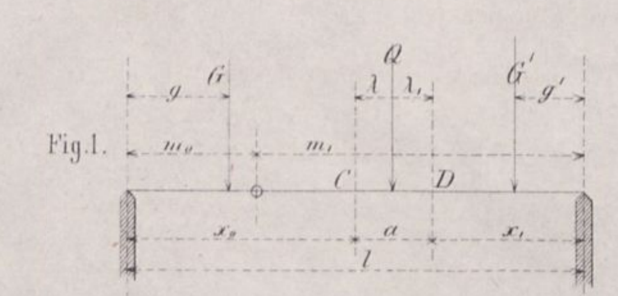
Belastung der Strecke x_1 mit Concentration der schwersten Lasten gegen $(x_0 + a)$, Zugverschiebung von rechts nach links, so lange

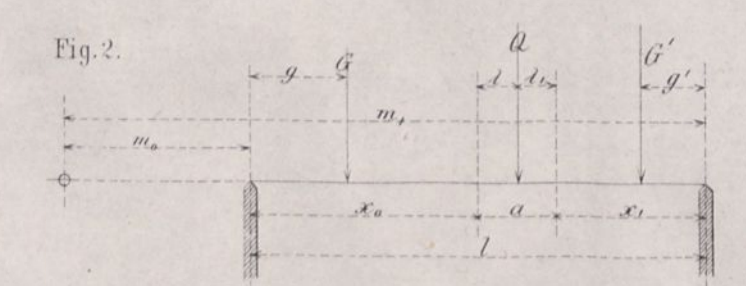
$$\frac{G'}{Q} > \frac{x_0 m_1 + x_1 m_0}{a m_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13^a$$

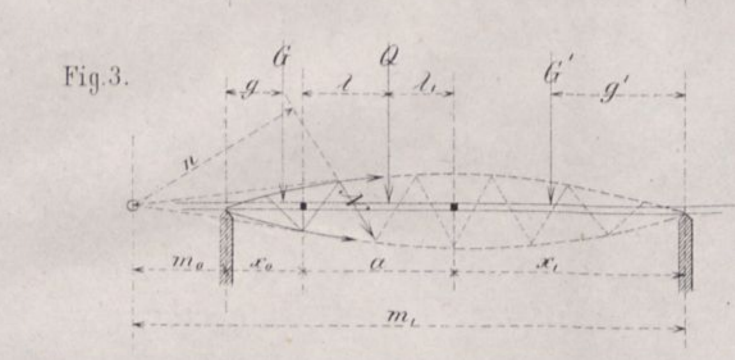
welcher Werth auch noch geschrieben werden kann:

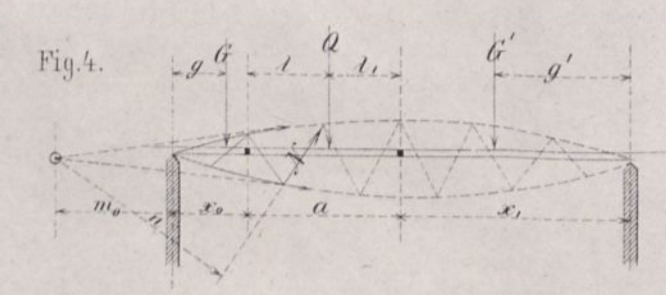
$$\frac{G'}{Q} > \frac{l(m_0 - x_0)}{a m_0} - 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13^b$$

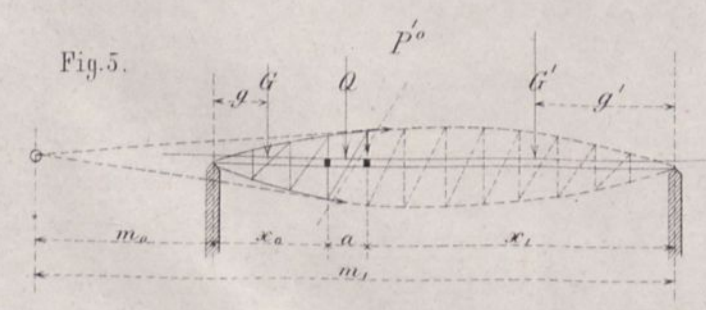
Belastungsgesetze für den Balken auf zwei Stützpunkten.

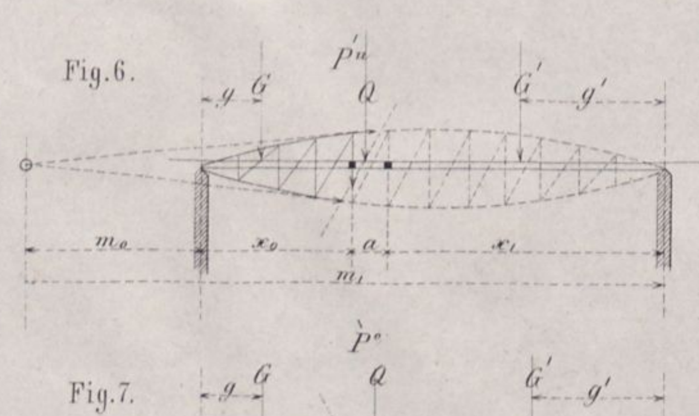

Fig. 1.

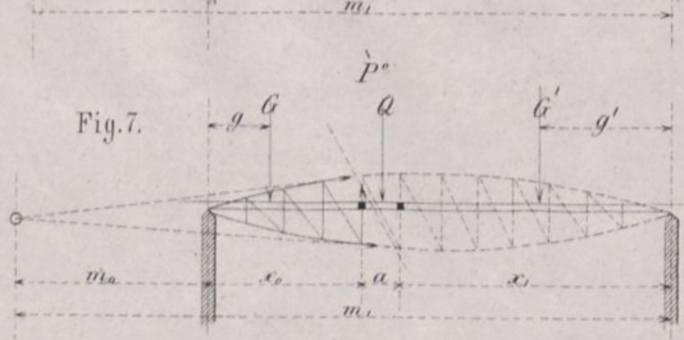

Fig. 2.

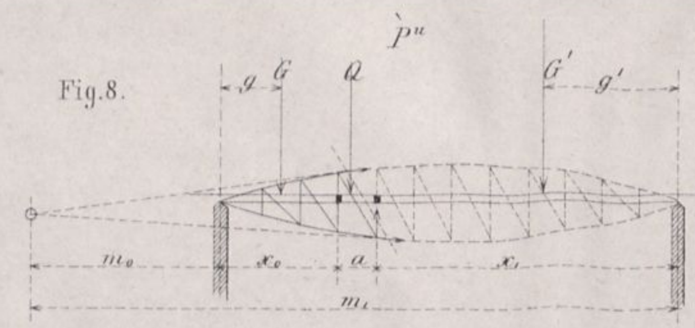

Fig. 3.

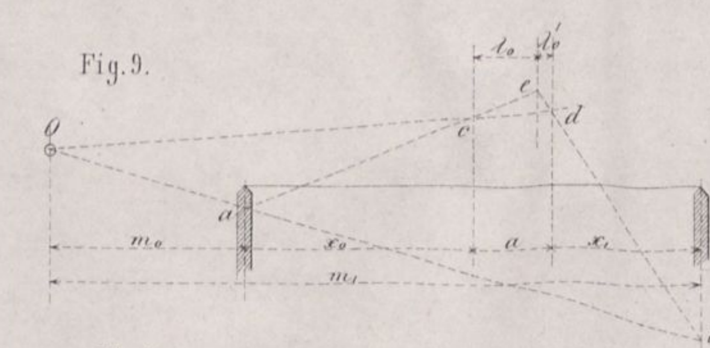

Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.


Fig. 8.


Fig. 9.

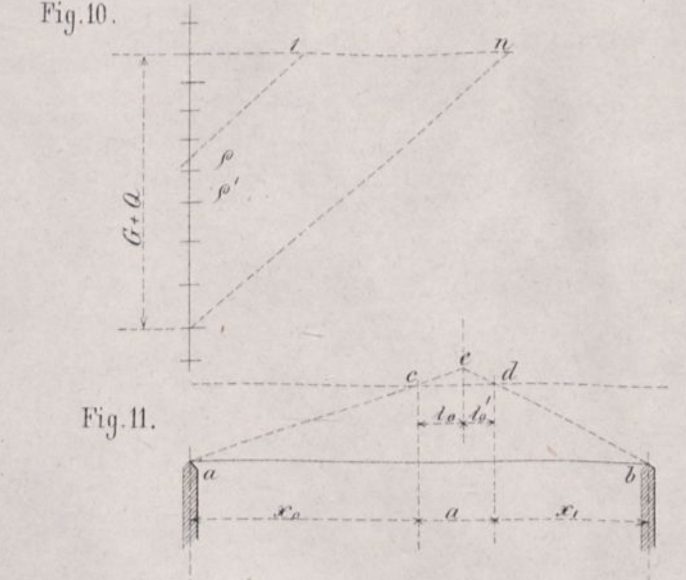

Fig. 10.

Fig. 11.

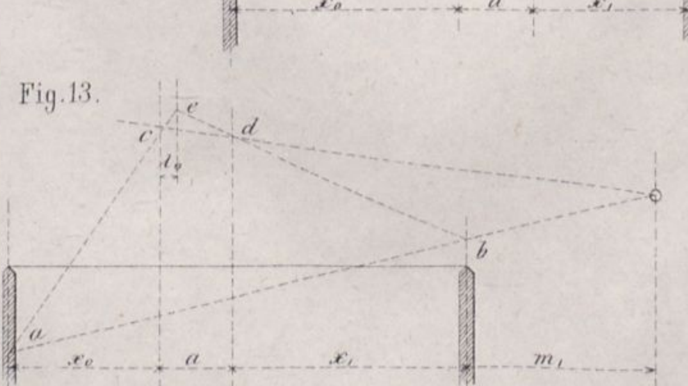
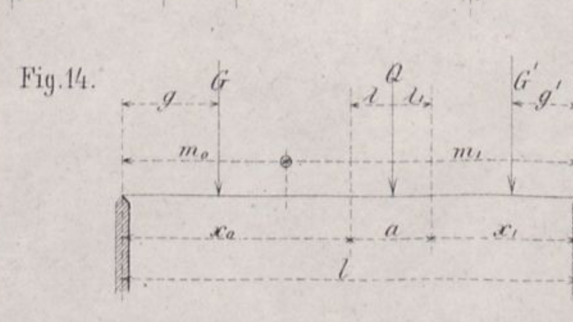
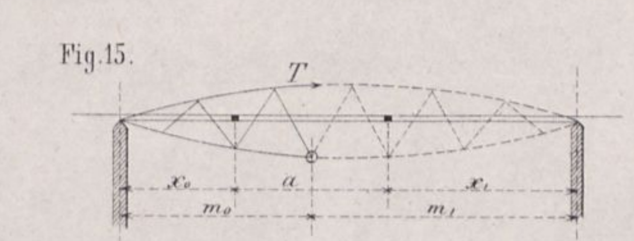
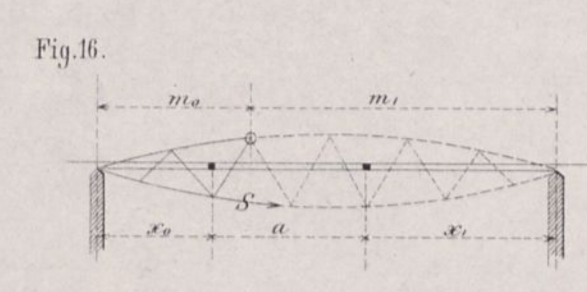
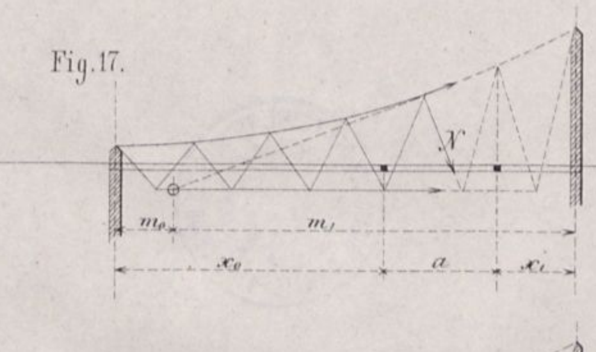

Fig. 12.

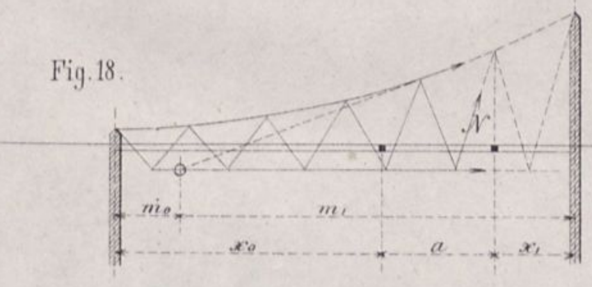
Fig. 13.

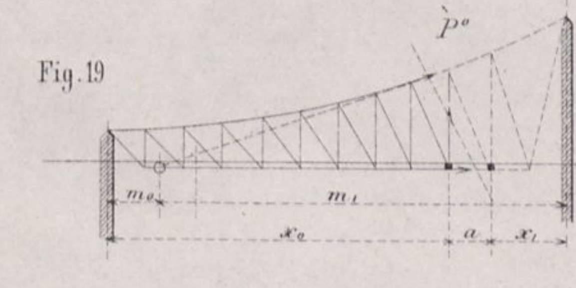

Fig. 14.

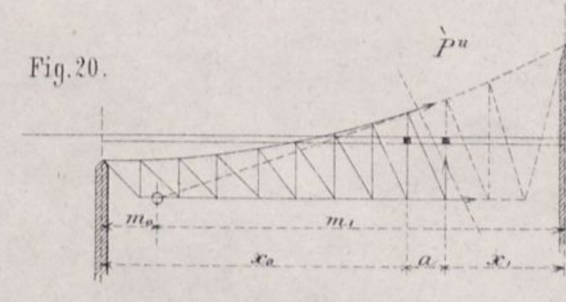

Fig. 15.

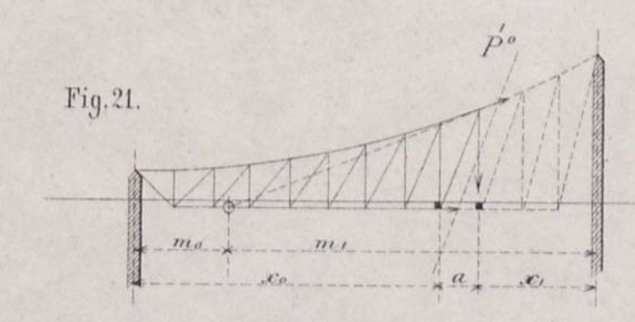

Fig. 16.

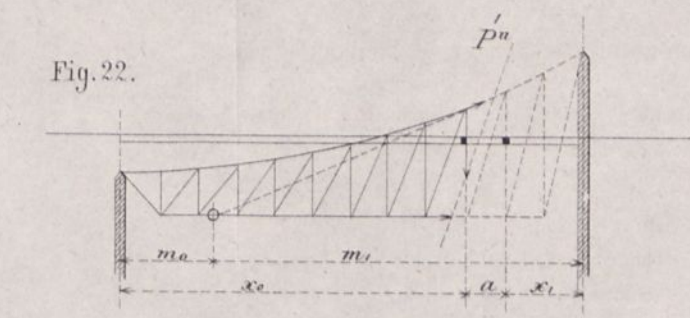

Fig. 17.

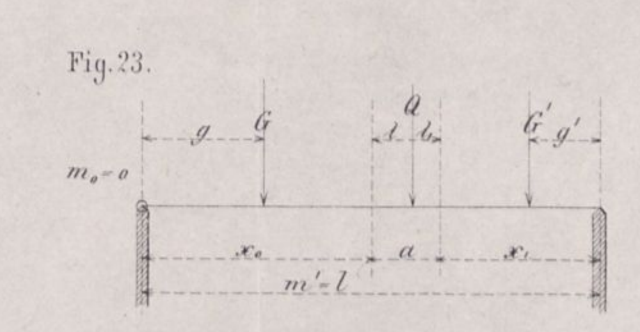

Fig. 18.

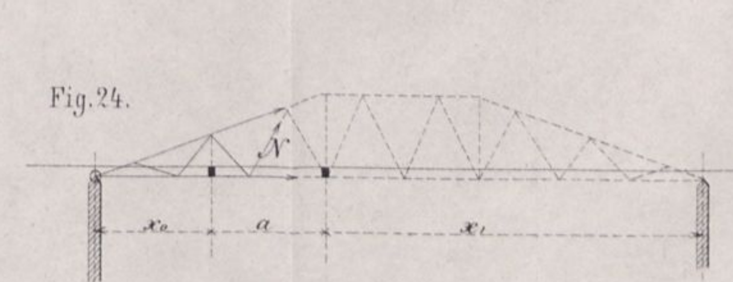

Fig. 19

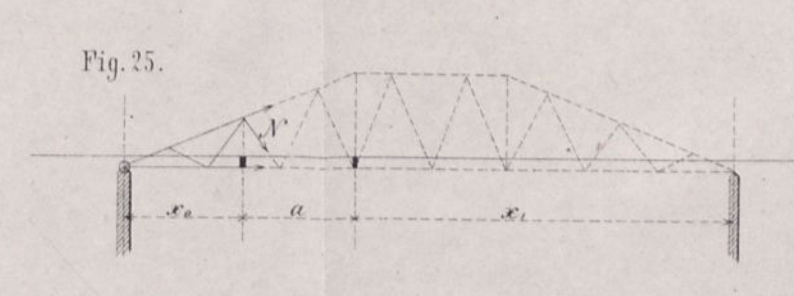

Fig. 20.

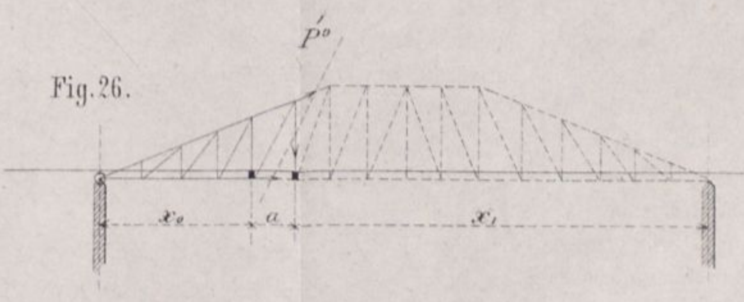

Fig. 21.

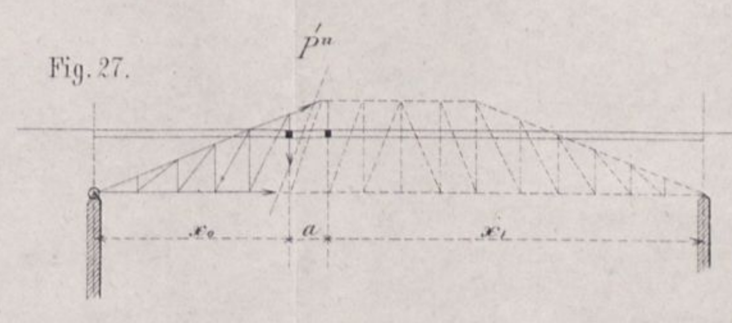

Fig. 22.

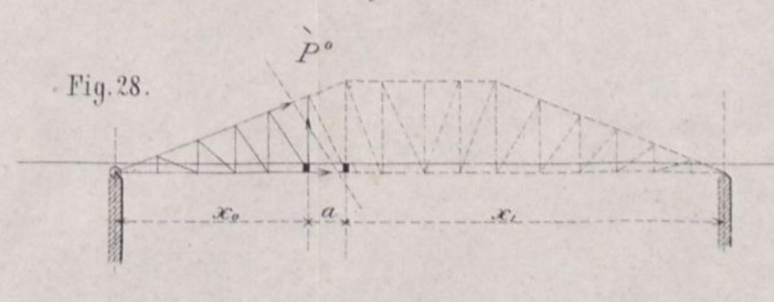

Fig. 23.

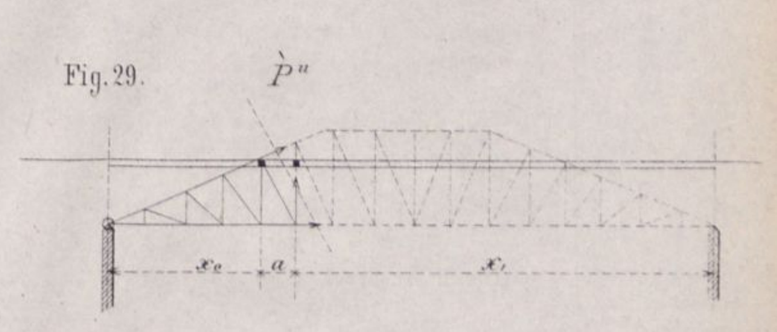

Fig. 24.

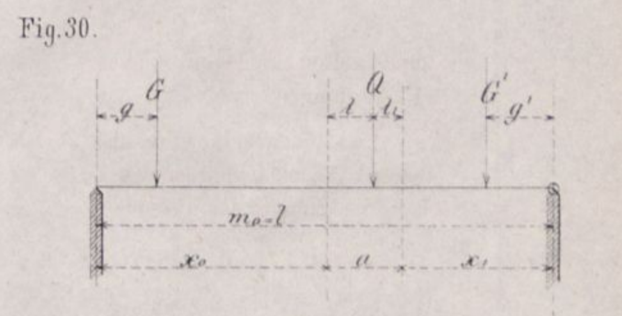

Fig. 25.

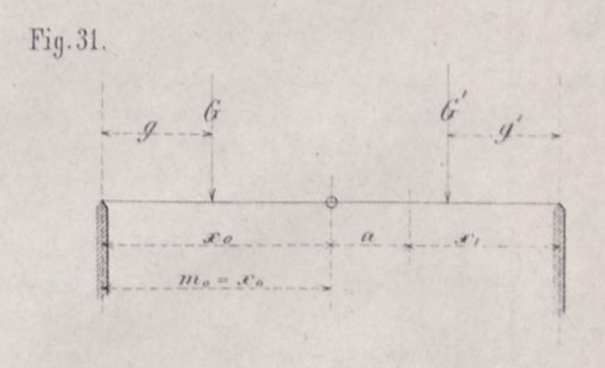

Fig. 26.

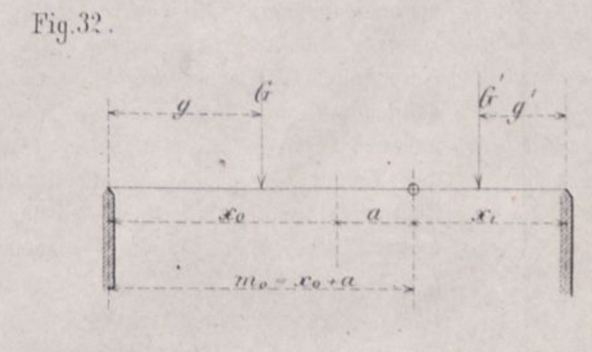
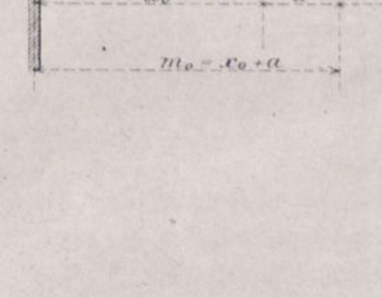

Fig. 27.


Fig. 28.


Fig. 29.


Fig. 30.


Fig. 31.



Fig. 32.

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

oder

$$\frac{G' + Q}{Q} > \frac{l(m_0 - x_0)}{a \cdot m_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13^c$$

2) für das negative Maximum:

Belastung der Strecke x_0 mit Concentration der schwersten Lasten gegen x_0, Verschieben von links nach rechts, so lange

$$\frac{G}{Q} > \frac{x_0 m_1 + x_1 m_0}{a m_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14^a$$

oder

$$\frac{G}{Q} > \left(\frac{l(m' + x')}{a m'} - 1\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14^b$$

oder

$$\frac{G + Q}{Q} > \frac{l(m_1 + x_1)}{a m_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14^c$$

Zu den Gleichungen 13 und 14 lassen sich die zu 6 und 7 gemachten Bemerkungen wiederholen und sind im allgemeinsten Falle die Verhältnisse mit den Gleichungen 10 und 11 zu beurtheilen.

2) Der Momentenpunkt liegt innerhalb der Stützweite. (14)

Hier gelten die Gleichungen

1. $$M = \frac{Gg}{l} m_1 + \frac{G'g'}{l} m_0 + \frac{Q}{a\,l}(\lambda_1 x_0 m_1 + \lambda x_1 m_0)$$

2. $$\Delta M = \Delta g \left(\frac{G m'}{l} - G' \frac{m_0}{l} + \frac{Q}{a\,l}(m_0 x_1 - m_1 x_0)\right)$$

und liefern die Figuren 15—22 entsprechende Beispiele.

Gleichung 1 hat nur positive Glieder, das Moment M wird somit positives Maximum bei totaler Belastung und sind dabei die schwersten Lasten der Strecken x_0 bezw. x_1 entsprechend den Werthen Gg bezw. $G'g'$ gegen die Abscisse x_0 und $(x_0 + a)$ zu concentriren. Die Belastung Q im Fache ist, wie Gleichung 2 oder die mit λ behafteten Glieder in 1 zeigen, gegen $(x_0 + a)$ bezw. x_0 zu concentriren, je nachdem der Factor

$$m_0 x_1 - m_1 x_0 \gtrless 0$$

ist. Erwägt man noch, dafs $m_1 = l - m_0$, $x_1 = l - x_0 - a$, so folgt der Grenzwerth aus

$$m'_0 = \frac{l \cdot x_0}{(l - a)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15$$

womit noch:

$$(x_0 + a - m'_0) = \frac{a x_1}{(l - a)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15^a$$

wird.

Dies ist der beim Parallelbalken für λ'_0 gefundene Ausdruck, es fällt daher der durch Gleichung 15 bestimmte Punkt in das Fach a und ist der Factor $m_0 x_1 - m_1 x_0$ positiv, wenn $m_0 < m'_0$, dagegen negativ, wenn $m_0 > m'_0$. Der durch Gleichung 15 bestimmte Abschnitt m'_0 theilt daher die Stützweite bezüglich der Abscisse x_0 derart in zwei Theile, dafs für jeden auf der Strecke m'_0 gelegenen Momentenpunkt die schwersten Lasten beiderseits gegen den Punkt x_0, für jeden auf $l - m'_0$ gelegenen Momentenpunkt aber gegen $(x_0 + a)$ zu concentriren sind.

Das Kriterium der Zugverschiebung liefert Gleichung 2 und hat danach die Verschiebung von links nach rechts stattzufinden, so lange die Ungleichung

$$G m' - G' m_0 + \frac{Q}{a}(m_0 x_1 - m_1 x_0) > 0 \quad . \quad . \quad 16^a$$

besteht, dagegen von rechts nach links, so lange

$$G m' - G' m_0 + \frac{Q}{a}(m_0 x_1 - m_1 x_0) < 0 \quad . \quad . \quad 16^b$$

Die Maximalwerthe treten noch ein, während entweder ein Rad auf x_0 oder $(x_0 + a)$ sich befindet.

Fällt noch der Momentenpunkt mit der linken Stütze zusammen, so hat man $m_0 = 0$ und $m_1 = l$ zu setzen, erhält somit aus 1 und 2

$$M = Gg + \frac{Q \lambda' x_0}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17$$

$$\Delta M = \Delta g \left(G - Q\,\frac{x_0}{a}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18.$$

Die auf x_1 befindlichen Lasten haben — und hiervon überzeugt man sich auch leicht durch eine einfache directe Betrachtung — keinen Einflufs auf den Werth von M, die schwersten Lasten sind gegen x_0 zu concentriren und die Verschiebung von links nach rechts oder in umgekehrtem Sinne zu bewirken, je nachdem

$$\frac{G}{Q} \gtrless \frac{x_0}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19$$

oder es ist dasjenige Rad über x_0 zu bringen, dessen Verschieben in das Fach die Ungleichung

$$\frac{G}{Q} < \frac{x_0}{a}$$

und dessen Verschiebung links von x_0 die Ungleichung

$$\frac{G}{Q} > \frac{x_0}{a}$$

hervorruft.

Fällt der Momentenpunkt mit der rechten Stütze zusammen, so hat man das Spiegelbild des vorigen oder auch

$$M = G'g' + \frac{Q \lambda x_1}{a}$$

$$\Delta M = \Delta g \left(- G' + \frac{Q x'}{a}\right),$$

d. h. die auf x_0 befindlichen Lasten haben keinen Einflufs auf den Werth von M, die schwersten Lasten sind gegen $(x_0 + a)$ zu concentriren und die Zugverschiebung ist von rechts nach links bezw. im umgekehrten Sinne vorzunehmen, je nachdem

$$\frac{G'}{Q} \gtrless \frac{x'}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20$$

oder auch dasjenige Rad über $(x_0 + a)$ zu stellen, dessen Verschieben nach rechts oder links diese Ungleichungen hervorbringt.

Das Zusammenfallen des Momentenpunktes mit den Stützenvertikalen findet beispielsweise für die Fachwerktheile von Trägern mit geradlinigen Gurten statt, welche sich im Auflager schneiden, Fig. 24—29, während die Lagen des Momentenpunktes auf x_0 oder x_1 für das Fachwerk in den Seitenöffnungen der festen Hängebrücke vorkommen können oder bei Trägern von ähnlicher Form (Fig. 17—22).

Für die Gurtungen der üblichen Trägersysteme fällt der Momentenpunkt entweder auf die Strecke a oder sehr häufig mit x_0 bezw. $(x_0 + a)$ zusammen, so dafs $m_0 = x_0$, bezw. $m_0 = x_0 + a$ zu setzen ist.

In den beiden letzten Fällen kann man den die Construction trennenden Schnitt dicht vor dem durch m_0 bezeichneten Lastpunkt führen. Bezeichnet dann noch G die Summe der auf m_0 befindlichen Lasten, g deren Schwerpunkts-

abstand von der linken Stütze, G' die Gesammtheit der Lasten auf $l - m_0 = m_1$ und g_1 deren Schwerpunktsabstand von der rechten Stütze (Fig. 31, 32), so ergiebt sich das Moment M gerade so, als wirkten die Belastungen direct auf den Hauptträger (Ztschrft. f. Bauw. 1870. S. 34 etc.) und man erhält:

$$M = \frac{G g m_1 + G' g' m_0}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 21$$

$$\varDelta M = \frac{\varDelta g}{l}(G m_1 - G' m_0). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22.$$

Die schwersten Lasten sind hiernach beiderseits gegen m_0 zu concentriren und dasjenige Rad über m_0 zu stellen, dessen Verschieben nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G}{G'} \gtrless \frac{m_0}{m_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 23$$

hervorruft, wie dies sich auch nach Einführung der Werthe aus Gleichung 16 ergiebt.

Hinsichtlich der Fortsetzung der Verschiebung, des Ein- und Austretens von Rädern, sowie der Benutzung von entsprechenden graphischen Bestimmungen ist zu verweisen auf das unter 1) bei ähnlichen Gleichungen Gesagte oder auch auf den Inhalt der zu Anfang citirten Arbeiten. Gleichung 23 kann hierbei noch in der Form

$$\frac{G}{G + G'} \gtrless \frac{m_0}{m_0 + m_1}$$

oder

$$\gtrless \frac{m_0}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 23^a$$

benutzt werden.

Hat man noch die Momente M in Bezug auf die Lastpunkte des Trägers ermittelt, so können dieselben als Ordinaten in diesen Lastpunkten aufgetragen werden. Verbindet man die Endpunkte dieser Ordinaten durch gerade Linien, so entsteht ein Polygon, dessen Ordinaten für die zwischen den Lastpunkten des Hauptträgers gelegenen Querschnitte gröfsere Werthe liefern, als die daselbst thatsächlich durch genaue Bestimmung erhaltenen Momente. Dieses Polygon kann daher der Berechnung an allen Stellen zu Grunde gelegt werden, wenn man die genauen Werthe nicht ermitteln will.

Damit sind die wesentlichsten Dinge berührt, welche hier zur Sprache gebracht werden sollten und deren kurze Erörterung schon bei einer früheren Gelegenheit in Aussicht genommen war.

Darmstadt, im Februar 1877. Schäffer.

Ueber den Backstein.

(Fortsetzung zu S. 399 u. ff. des Jahrgangs 1877.)

b. Formen des Thones.

Die Gegenstände, welche für Architekturzwecke geformt werden, sind von sehr verschiedener Art und Gröfse, sie wechseln vom gewöhnlichen Ziegelstein und der einfachen Thonplatte bis zu Figuren von kolossaler Gröfse. — Baut man durchaus mit Vollziegeln, so überschreiten auch die Formsteine nicht wesentlich die Abmessungen der gewöhnlichen Ziegel; geht man zum Bau mit hohlen Baustücken über, so ist es lediglich Sache der praktischen Uebung und Erfahrung, bis zu welchen Gröfsen man in der Herstellung der einzelnen Stücke gehen kann. — Und nicht blos Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit in der Handhabung des Thones, in der Abwartung und Leitung des Trocken- und Brennprocesses schreiben hier die innezuhaltenden Grenzen vor; auch die Beschaffenheit des Thones, über welche man durch Zusätze, besondere Behandlung etc. nicht durchaus frei gebieten kann, spricht hierbei mit, so dafs für andere Thonarten auch die Behandlung, sowie das durchschnittliche oder das Maximal-Gröfsenformat geändert werden mufs. Vollsteine können, auch wenn sie freiere Profile erhalten, ebenso wie gewöhnliche Ziegel, aus der Hand in Ziegelformen gestrichen werden, vorausgesetzt, dafs das Profil ein glattes sei und keine weitere plastische Decoration trage. Es ist dann beim Trocknen nur darauf zu achten, dafs in einspringenden Winkeln keine Risse entstehen; das Trocknen mufs deshalb anfangs langsam vor sich gehen, und darf erst dann beschleunigt werden, wenn die Masse eine gewisse, durch Erfahrung zu ermittelnde Härte erlangt hat. — Werden grofse Quantitäten desselben Formsteines gebraucht, so wird es vortheilhafter, dieselben durch Ziegelpressen herstellen zu lassen. Solche Ziegelpressen sind von verschiedener Art construirt worden und ist über deren Construction das Nähere in den Werken und Zeitschriften nachzulesen, welche speciell über Ziegelei handeln. — Hier sei im Allgemeinen nur erwähnt, dafs diese Ziegelpressen gewöhnlich Combinationen von Thonschneidern und Thonwalzen sind. Bevor der zubereitete Thonstrang die Presse verläfst, erhält er durch ein vorgesetztes passendes Mundstück die verlangte Profilform und wird alsdann vermittelst eines besonderen Abschneideapparates mit Hülfe gespannter Drähte nach Bedürfnifs zerschnitten. — Bei Vollsteinen, welche aus der Ziegelpresse hervorgehen, macht sich aber fast immer der Nachtheil geltend, dafs die Thonmasse an den Rändern des Mundstücks (schon vermöge der hier stattfindenden Reibung) dichter wird als in der Mitte. In Folge dessen tritt leicht Werfen und Reifsen ein, die Formsteine werden beim Trocknen schief und erhalten in der Mitte Risse. — Deshalb stellt man die profilirten Formsteine gern als Hohlsteine dar, versieht sie durch eine passende Einrichtung am Mundstücke mit mehreren durchgehenden Höhlungen, wobei jedoch die verbleibenden Thonwandungen und Stege in ihrer Dicke nicht zu bedeutend von einander abweichen dürfen, wenn nicht ebenfalls leicht Reifsen eintreten soll. Solche Hohlsteine zeigen in ihrer Masse gröfsere und gleichmäfsigere Dichtigkeit; sie trocknen schneller und leichter aus, brennen schneller und fester und erlangen vollständig genügenden Widerstand gegen Druck. Was ihnen an Masse abgeht, wird durch gröfsere Festigkeit der vorhandenen Masse ersetzt. — Indessen wird es oft schwer, den Thonstrang so zu erhalten, dafs er voll und rein das Profil des vorgesetzten Mundstückes darstellt. Die Thonmasse mufs deshalb gleichmäfsiger und sorgfältiger durchgearbeitet sein, als für gewöhnliche Ziegel, bedarf auch wohl einer

etwas gröfseren Fettigkeit. — Die Mundstücke mit ihren häufig wechselnden Profilen stellt man gewöhnlich in der Thonwaarenfabrik selbst aus hartem Holze her, wobei die Wandungen, welche das Profil begrenzen, sehr glatt und sauber gefeilt werden müssen, sich gegen das Innere der Presse auch ein wenig erweitern, so dafs der Thonstrang keilförmig gedrückt wird. — Das hölzerne Mundstück mufs jedesmal vor dem Einspannen einige Zeit im Wasser liegen, die Profilwandungen werden dadurch schlüpfrig und üben geringeren Reibungswiderstand gegen den Thonstrang, welcher voll und glatt austreten mufs. — Auch Beschlagen der äufseren Kopffläche des Mundstücks mit Zink- oder Messingblech erleichtert häufig das regelrechte Austreten des Thonstranges. — Das Mundstück ganz aus Eisen herzustellen, empfiehlt sich nur bei sehr grofsem Betriebe, d. h. wenn dasselbe Profil in einer sehr grofsen Anzahl von Steinen hergestellt werden mufs. — Dafs es sehr viel schwieriger ist, tief eingeschnittene Profile auf diese Weise herzustellen, als einfache Abfasungen, braucht kaum erwähnt zu werden. — Es gehört oft lange Uebung und genaue Kenntnifs der Eigenthümlichkeiten des verwendeten Thones dazu, um des Erfolges gewifs zu sein. — Deshalb zieht mancher Fabrikant vor, stark unterschnittene Profile in besonderen Formen aus freier Hand ausdrücken zu lassen. — Dies mufs immer geschehen, wenn es sich nicht um einfach glatte Profile, sondern um plastisch hervortretende Formen auf der Oberfläche des Thonkörpers handelt, ebenso an Eck- und Kropfstücken glatter Profile. Und zwar mufs alsdann die Form so eingerichtet sein, dafs sie in einzelnen Stücken sich auseinander nehmen läfst. — Meistens werden diese Formen aus Gyps hergestellt und in der Thonwaarenfabrik selbst gefertigt. Die Gypsformen finden für alle Backsteinproducte, welche in ihrer Form über den glatt profilirten Formstein hinausgehen, vom einfachen Perlstabe bis zur complicirtesten Vase oder Akroterie, von der Reliefpalmette bis zur vollständigen menschlichen Figur in ziemlich gleicher Weise Anwendung. — Die Gypserwerkstatt spielt daher keine unwesentliche Rolle in der architektonischen Keramik. — Die Gypsformen müssen stark und widerstandsfähig sein, denn es bedarf eines kräftigen Druckes mit der Hand, um den Thon an allen Stellen gleich dicht einzupressen und die Thonwandung so herzustellen, dafs keine hohlen Stellen bleiben und die einzelnen eingebrachten Lagen sich innig mit einander verbinden. Im Uebrigen brauchen die einzelnen Theile der Form nicht so klein zu sein, wie bei der Herstellung von Gypsabgüssen, — denn der geformte, noch feuchte Thon besitzt doch einige Elasticität, er verträgt eine geringe Bewegung bei dem Abziehen der Formtheile und nimmt nachher doch seine angewiesene Gestalt wieder an. — Es braucht für die gröfseren Stücke, namentlich zu Architekturzwecken, auch nicht der feinste Gyps verwendet zu werden, denn eine zu glatte Oberfläche der Baustücke ist überflüssig und durchaus nicht erwünscht. — Dagegen mufs gehörige Erhärtung des Gypses stattfinden, um schneller Abnutzung vorzubeugen. — Man nimmt gewöhnlich an, dafs dieselbe Gypsform höchstens 100mal gebraucht werden kann, — alsdann erscheinen die Kanten schon stumpf und unansehnlich, besonders wenn die Thonmasse, welche eingedrückt wird, viel scharfkörnige Beimischung enthält. — Ungünstig für das Formen aus Gyps sind sehr schmale und tiefe Einschneidungen des Modelles, da diese in der Gypsform als erhöhte Kanten vortreten, welche leicht abgebrochen werden können. — In die Gypsformen wird die vorher gehörig vorbereitete Thonmasse mit der Hand eingestrichen und es ist dabei zu beobachten, dafs sämmtliche Wandungen annähernd gleiche Stärke erhalten, damit sie gleichmäfsig schnell austrocknen. Der innere Raum bleibt hohl und eine Seite mufs offen gehalten werden als Zugang für die Hand des Formers. — Dies läfst sich bei Architekturstücken fast immer durchführen, verbietet sich aber bei allseitig geschlossenen Figuren, Akroterien etc. Für diese mufs die Form aus zwei Hälften bestehen, welche genau auf einander passen und an einander geprefst werden, nachdem beide Hälften mit Thonmasse ausgeformt sind.

Kommen tiefe Unterschneidungen vor, welche es erschweren, den ganzen Gegenstand aus einer Form herzustellen, so fertigt man für die vom Ganzen leicht ablösbaren Theile besondere Formen und setzt die ausgeformten Stücke an den ausgeformten Haupttheil nachträglich an. Gewöhnlich geschieht dies erst, nachdem der Trockenprocefs bis zu einem gewissen Stadium gediehen ist; als Bindemittel dabei dient weicher Thonbrei (Schlicker) und nur bei sehr kurzer Masse, wie Porzellanerde, genügt ein blofses Anfeuchten der Berührungsflächen, die Verbindung stellt sich dann durch Ansaugen der angefeuchteten Masse her. — Das Anschlickern mufs mit grofser Sorgsamkeit bewirkt werden, damit im Brande die Verbindung sich nicht wieder lockere.

In der Gypsform bleibt die eingeformte Masse kürzere oder längere Zeit, (bei kleinen Gegenständen wenige Minuten, bei grofsen, geschlossenen Figuren einige Tage) stehen; der poröse Gyps nimmt einen Theil der Feuchtigkeit aus dem Thone auf, dieser zieht sich ein wenig zusammen und es erfolgt nun eine leichte Ablösung des Thones von den Wandungen der Gypsform. — Alsdann überläfst man den geformten Gegenstand bei mäfsiger Wärme dem Austrocknen. — Es ist dabei besondere Vorsicht nothwendig, damit kein Werfen und Reifsen eintrete, und die Vorsichtsmaafsregeln müssen mit der Gröfse der Gegenstände gesteigert werden. — Kommt die Masse zu weich aus der Form, so tritt die Gefahr des Deformirens durch das eigene Gewicht ein; schon deshalb müssen gröfsere Gegenstände stärkere Thonwandungen erhalten, auch in der Form selbst härter werden. — Wenn möglich, legt man solche gröfseren Stücke zuerst auch auf eine breitere Seite, so dafs das eigene Gewicht weniger in Wirksamkeit tritt. — Von gröfsestem Einflusse aber ist es, ein gleichmäfsiges Austrocknen zu erzielen. Das Verdunsten des Wassers beginnt an den Oberflächen und wird fortgesetzt durch diese vermittelt. An den Stellen, welche einem stärkeren Luftzuge ausgesetzt sind, geht das Trocknen rascher vor sich, daher an den äufseren Oberflächen schneller, als an den dem Hohlraume zugewandten inneren Flächen. — Um die Wirkung einigermaafsen auszugleichen, ist es erforderlich, wenigstens vortheilhaft, an passenden Stellen Löcher, wo möglich einander gegenübergestellt, anzubringen, um Luftwechsel auch in dem Hohlraume herzustellen. Vor Allem aber ist es nöthig, in dem Trockenraume jeden Luftzug zu vermeiden, durch welchen einzelne Flächen des trocknenden Gegenstandes berührt werden. Es ist in diesem Falle Werfen und Reifsen kaum zu verhindern.

Zuerst trocknen und schwinden naturgemäfs die vortretenden Ecken und Kanten, am wenigsten die einspringenden

Winkel. — In einem gewissen mittleren Stadium der Erhärtung findet am leichtesten Trennung statt, — die Erhärtung ist dann noch nicht zu genügender Widerstandsfähigkeit gegen Zerreifsen vorgeschritten, und die Plasticität, welche sowohl ein Zusammendrücken als ein Ausdehnen in gewissen Grenzen zuläfst, ist bereits verloren. — In diesem Stadium bleibt die Masse in den einspringenden Winkeln noch, wenn die mehr vortretenden Theile sich bereits stärker zusammen gezogen haben, und dann findet sehr leicht ein Reifsen in diesen Winkeln statt. — Um dieses zu vermeiden, legt der Former gern feuchte Thonwulste in diese Winkel, um sie noch längere Zeit in weicherem Zustande zu erhalten; dann giebt der Thon daselbst der Spannung nach, ohne zu zerreifsen, und folgt im Austrocknen nach, während das Schwinden der vortretenden Theile in der Hauptsache vollendet ist. — Gerade Kanten, wie sie an Baustücken gewöhnlich vorkommen, ziehen sich beim Trocknen und Schwinden leicht krumm, werden aber in der Vollendung des Trockenprocesses wieder gerade, sofern sie entsprechend richtige Behandlung erfahren. — Hierauf mufs die Aufmerksamkeit des Formers beständig gerichtet sein, er mufs das Baustück rechtzeitig umwenden, in anderer Weise aufstellen, freischwebend vortretende Theile durch untergesetzte Thonwülste (welche ebenfalls schwinden) unterstützen und darauf achten, dafs das eigene Gewicht der Masse benutzt werde, um die vorgeschriebene Form zu erhalten.

Hier ist auch des Schwindemaafsstabes Erwähnung zu thun. Die Volumverminderung vom feucht-plastischen Zustande des Thones bis zum vollständigen Erhärten an der Luft findet bei den verschiedenen Thonen in ungleichem Maafse statt. — Sehr fette Thone schwinden am stärksten, je kürzer und magerer der Thon, desto geringer die Volumverminderung. — Im Allgemeinen hält sich dieselbe zwischen 8 bis 12 Procent der Längenmaafse. — Da nun meistens für die fertig gebrannten Gegenstände bestimmte Abmessungen vorgeschrieben werden, so mufs der Anfertigung der Formen ein der zu erwartenden Schwindung entsprechender vergröfserter Maafsstab, der Schwindemaafsstab zu Grunde gelegt werden. — Jede Thonwaarenfabrik mufs denselben nach der Besonderheit ihres Materials durch Versuche feststellen und es ist dabei selbstredend neben der Schwindung des Trocknens auch diejenige des Brennens zu berücksichtigen. — Die Ermittelungen für diesen Zweck müssen mit grofser Sorgfalt angestellt werden und ebenso bedarf die Anwendung des Schwindemaafsstabes einer eingehenden Berücksichtigung der vorliegenden besonderen Verhältnisse. — Denn die Schwindung bleibt in der That nicht nach allen Richtungen hin dieselbe; sie ist in senkrechter Richtung stärker, als in horizontaler, weil in jener durch das Eigengewicht des noch feuchten Thones ein wenn auch geringes Sinken der Masse hinzugebracht wird. — Das zeigt sich ganz besonders an Säulen, welche nur in aufrechter Stellung getrocknet werden können. Das Sinken tritt dabei um so stärker zu Tage, je gröfser die absolute Höhe der aus einem Stück geformten Säule genommen wurde. — Das Schwindungsverhältnifs ist ferner für jede Thonmischung ein anderes, mufs daher für jede Thonmischung von Neuem festgestellt werden.

Nachdem der Trockenprocefs bis zu einem gewissen Stadium gediehen ist, kann er ohne Nachtheil beschleunigt werden; jedoch ist auch dann eine gleichmäfsige Vertheilung der Wärme und Fernhaltung einseitigen Luftzuges erforderlich. — Die geformten Gegenstände werden zu diesem Zwecke in besondere Trockenkammern gebracht, welche entweder besondere Heizungsvorrichtungen erhalten oder durch die aus den Brennöfen abgehende Wärme in höherer Temperatur erhalten werden. — Selbstverständlich darf dabei eine zweckentsprechende Ventilation nicht fehlen, um die entwickelten Wasserdünste abzuführen.

Bevor die geformten Gegenstände jedoch in die Trockenkammern gebracht werden, und sobald die Thonmasse so weit getrocknet ist, dafs der Thon lederhart geworden, d. h. einem starken Drucke der Hand noch einigermaafsen nachgiebt, müssen sie nachgeputzt, retouchirt werden. — Ist das Formen regelrecht erfolgt, so besteht dies blos darin, dafs die Formnähte, d. h. die nahtartigen Erhöhungen, welche der in die Zwischenräume der Formtheile eingedrungene Thon bildet, mit einem Spachtel sorgsam abgestofsen werden. — Ein Ueberarbeiten der übrigen Fläche, Glätten derselben ist nicht erforderlich und ein Abschaben der Oberfläche sogar schädlich, und deshalb grundsätzlich zu vermeiden. Denn bei dem Eindrücken in die Form wird die Thonschicht unmittelbar an den Wandungen der Form am dichtesten, weil hier der stärkste Druck ausgeübt wird, es bildet sich aufserdem hier eine Formhaut, ganz entsprechend der Gufshaut im Metallgusse, und aus ähnlicher Veranlassung. In beiden Fällen ist es die schnellere Erhärtung, welche die gröfsere Dichtigkeit hervorruft, im Metallgusse durch schnellere Abkühlung, in der Gypsform durch schnellere Aufsaugung der Thonfeuchtigkeit. — Wird diese Formhaut zerstört, abgezogen, dann erscheint die Oberfläche poröser und rauher, saugt nach dem Brennen leichter Feuchtigkeit auf und verliert an Wetterbeständigkeit, abgesehen davon, dafs durch eine ungeschickte Hand die Feinheiten der Modellirung leicht zerstört werden. — Durch die Formhaut erhält dagegen die Oberfläche häufig einen leisen Anhauch von Glanz, der im Brande kräftiger hervortritt und sehr günstige Wirkung ausübt.

Mit dem Modellirholze nachzuarbeiten sieht man sich nur dann genöthigt, wenn ein Stück in den Kehlungen oder Verkröpfungen zu reifsen beginnt. — Dann mufs man, wenn das Stück nicht wieder in den Thonklumpen geschlagen werden soll, die gerissene Stelle kräftig eindrücken und mit frischem Thone die Wunde ausfüllen, die äufsere Form nachmodelliren. — Ist das Reifsen nur eine Folge zufälliger mangelhafter Behandlung gewesen, lag es nicht in der Zusammensetzung der Thonmasse begründet, dann ist ein Stück durch solches Nachmodelliren häufig noch zu erhalten.

Der Gebrauch der Drehscheibe ist nicht ganz ausgeschlossen. Runde Gegenstände, wie Medaillons etc. werden oft auf der Drehscheibe mit Hülfe besonderer Profilschablonen hergestellt, ebenso kleinere glatte Gefäfse. — Sind die Massen aber zu grofs, dann beschränkt man (für Vasen etc.) die Thätigkeit der Drehscheibe gern auf ein Nachdrehen der geformten und bis zur Lederhärte getrockneten Objecte, — indem man die Ungleichheiten, welche während des Trocknens entstanden sind, dadurch beseitigt. — Die Formhaut wird alsdann allerdings zerstört, indessen besitzt man in der Drehscheibe selbst wieder das Mittel, eine Art von Politur der Oberfläche zu geben. — Hieran möge sich

eine kurze Bemerkung über die Behandlung der Säulenschafte aus Thon schliefsen. — Gern stellt man diese aus einem Stück her; aber selten gelingt es, während des Trocknens das Schwinden ganz gleichmäfsig zu bewahren; meistens werden die Säulen dabei gekrümmt und schief, so dafs es nicht rathsam ist, die Cannelirungen mit anzuformen. — Man giebt vielmehr den Anlauf und Ablauf der Cannelirungen unten und oben in der Form an und formt im Uebrigen den Säulenschaft mit einem Thonmantel. — Nachdem die ausgeformte Säule gehörig getrocknet, wird sie abgedreht, so dafs die vorgeschriebene Entasis überall dargestellt ist, — alsdann werden die Rinnen der Cannelirung eingehobelt und die Kanten sorgfältig scharf hergestellt. — Gröfsere cannelirte Säulenschafte zu fertigen, gehört zu den schwierigsten Aufgaben der architektonischen und plastischen Keramik. — Selbstverständlich ist, dafs für solche Zwecke der Thon klar und rein sein mufs, dafs die magernden Zusätze, um das Hobeln zuzulassen, sehr feinkörnig sein müssen.

Bisher wendete man meistens einen ziemlich fetten und nur wenig mit Magerungsmitteln künstlich versetzten Thon an, oder die Fabriken von Thonwaaren für Zwecke der Architektur entwickelten sich allmälig aus Ziegeleien, welche zufällig in der Nähe ganz besonders geeigneter Thonlager entstanden waren, und man beschränkte sich auf die Verwendung dieses Thones. — Bei der weiter vorschreitenden Entwickelung dieses Zweiges der Technik stellte sich aber bald heraus, dafs man sicherer und mit besserem Erfolge arbeitet, wenn mehrere Thonarten verschiedenen Charakters, welche sich dann meist auch an ganz verschiedenen und oft weit von einander entfernten Lagerstellen vorfinden, zur Formmasse mit einander gemischt werden.

Bei der Verwendung nur einer Thonsorte, welche gewöhnlich nur soweit gemagert wird, als durchaus nothwendig erscheint, um die Gefahr des Werfens und Reifsens zu vermindern, werden in der Regel die Formen ganz hohl hergestellt, und wenn es nöthig erscheint, an einzelnen gröfseren Stücken im Inneren Stege von Thon einzuformen, um dem noch weichen Gebilde im ersten Stadium des Trocknens einige Standfestigkeit zu geben, so werden diese doch später wieder beseitigt, weil sie im weiteren Verlauf des Trockenprocesses leicht Veranlassung zum Reifsen und Werfen geben.

Es liegt aber auf der Hand, dafs bei solchem Verfahren die innezuhaltende Gröfse der Baustücke eine beschränktere sein mufs, weil es grofse Schwierigkeiten verursacht, gröfsere Wandungen gerade und in richtiger Form zu erhalten. — In einigen bedeutenderen Fabriken hat man deshalb einen anderen Weg eingeschlagen, welcher freilich angestrengtere Aufmerksamkeit und vielfältiges Probiren erfordert, um für verschiedene Thonmischungen Anwendung zu finden. — Namentlich die Thonwaarenfabrik zu Lauban ist mit dieser Methode vorangegangen, welche vortreffliche Resultate liefert und allgemein eingeführt zu werden verdient. — Sie besteht darin, dafs man Mischungen aus fetten Thonen soweit mit magernden Substanzen, — am besten gemahlenen gebrannten Thonscherben — versetzt, als zulässig erscheint, um noch genügende Plasticität zu wahren. — Alsdann werden die Wandungen aus zwei verschiedenen Thonmischungen geformt; zuerst verwendet man eine feinere, etwas fettere, auch mit feinkörnigerem Zusatze versehene Masse, und formt mit dieser 7—10^{mm} stark die äufseren Flächen aus; — dann verstärkt man die Wandungen mit einer mehr gemagerten, grobkörnigeren Zusatz enthaltenden Masse bis zur erforderlichen Dicke. Es kommt demnach eine feinere Obermasse und eine gröbere Untermasse in Anwendung. — Aus der Untermasse setzt man dann noch besondere Stege nach einer oder nach mehreren Richtungen in 10—20^{cm} Abstand von einander in die Hohlräume ein, um dem Körper genügende Steifigkeit zu geben. — Diese Stege, welche in gröfseren Hohlkörpern zu einem vollständigen Zellensysteme zusammengesetzt werden, bleiben auch während des Brennens und tragen wesentlich zur Festigkeit des Ganzen bei. — Der Unterschied in der Zusammensetzung der Ober- und Untermasse darf nicht so bedeutend sein, dafs die Schwindung in beiden eine sehr verschiedene ist, namentlich darf die Obermasse nicht zu fett sein, sonst erhält dieselbe, indem sie stärker schwindet, als die Untermasse, zahlreiche Risse. Ebenso darf sie im Trocknen und Brennen sich nicht von der Untermasse ablösen; es mufs das Einformen daher so stattfinden, dafs ein wenn auch unregelmäfsiges zahnförmiges Eingreifen beider Lagen in einander stattfindet. — Die Untermasse aber mufs etwas magerer und grobkörniger sein; sie wird dadurch poröser und trocknet schneller aus, und dies ist nothwendig. — Denn aus der Obermasse wird zunächst ein Theil der Feuchtigkeit von der porösen Gypsmasse der Form aufgesogen; nachdem die Formhülle aber entfernt ist, trocknen die an freier Luft stehenden Oberflächen schneller aus, als die den inneren Hohlräumen zugewandten Flächen, an denen ein ebenso starker Luftwechsel nicht hervorzubringen ist. — Halten nun die inneren Flächen vermöge gröfserer Porosität den Wassergehalt der Thonwandungen weniger fest, so wird im Trocknen der äufseren und inneren Flächen eine gröfsere Gleichmäfsigkeit herbeigeführt, die Gefahr des Reifsens und Werfens wird verringert, die Sicherheit der Production erhöht, und zugleich die Möglichkeit gegeben, auch gröfsere Gegenstände ohne übergrofse Schwierigkeit herzustellen. — Es darf dabei aber nicht verschwiegen werden, dafs die Zubereitung und Mischung der Formmasse sehr sorgsam geschehen, dafs das Zusammenstimmen der Ober- und Untermasse sehr vorsichtig ausprobirt werden mufs, dafs bei jeder veränderten Thonmischung diese Proben von Neuem angestellt werden müssen. — Sind diese Vorstadien aber glücklich überwunden, dann zeigt sich die gesammte Fabrikation in hohem Grade erleichtert. — Auch darin behauptet diese Methode einen besonderen Vorzug, dafs nur die Obermasse in Bezug auf die Farbe — worüber unten Näheres — abgestimmt zu sein braucht, die Untermasse in dieser Beziehung ganz neutral bleibt. — An der Oberfläche der Obermasse ist von der körnigen Beimischung kaum eine Spur zu entdecken, der plastische Thon wird durch den Druck des Formers so zwischen die Wandung der Form und die unplastischen Körnchen gedrängt, dafs auf der Oberfläche nur die Thonmasse in ununterbrochenem Zusammenhange erscheint. — Die inneren Flächen aber erscheinen grobkörnig und porös, wie eine Chamottemasse.

Die Verwendung magerer, körniger Massen erreicht den höchsten Grad in der Herstellung der jetzt überall verbreiteten porzellanartigen Fliesen, welche aus der Fabrik von Villeroy & Boch zu Mettlach hervorgehen. — In dieser sind

die körnigen Massen, gemahlene Thonscherben und zerpochte Steinmassen, vor der Thonmasse vorherrschend. Letztere bildet in der That nur den Kitt zwischen den ersteren, und um den Zusammenhalt im ungebrannten Zustande herzustellen, ist die Anwendung eines sehr starken Druckes erforderlich. Dieser kann nicht mehr durch die Hand des Formers ausgeübt werden, sondern die Masse wird als ein nur wenig angefeuchtetes Pulver in kräftige eiserne Formen gebracht und daselbst mittelst starker hydraulischer Pressen zusammengedrückt. — Dadurch erhält die Masse von vornherein eine aufserordentliche Festigkeit und Dichtigkeit, die durch den Brand derart gesteigert wird, dafs Fufsbodenfliesen daraus fast gar keine Abnutzung zeigen. Ebenso wird das Schwinden auf ein Minimum zurückgeführt, einmal wegen des geringeren Gehaltes an plastischer, dem Schwinden unterworfener Masse, dann auch, weil die kleinen Hohlräume, welche im plastischen Thone durch das zugesetzte Wasser ausgefüllt werden, fast gar nicht vorhanden sind oder durch den Druck der hydraulischen Presse beseitigt werden. — Der Thon in der Mischung der Fliesenmasse wird nicht in plastischem Zustande verwendet, sondern mit viel geringerem Wassergehalt. Indessen erfolgt die Formgebung hierbei auch nicht durch Hülfe der Plasticität, sondern durch den starken Druck, welcher die Plasticität ersetzt; — ein gröfserer Wassergehalt würde, da eben bedeutende Dichtigkeit verlangt wird, schädlich sein, indem das Wasser der Presse bedeutenden Widerstand leisten und das Zusammenpressen der Masse selbst verhindern würde.

Andererseits läfst sich ein so starker Druck, wie derselbe hier angewendet wird, nur nach einer Richtung hin ausführen, derselbe ist daher für Hohlformen nicht anwendbar, sondern nur für einfache plattenförmige Körper, und dadurch wird diese Methode in sehr enge Grenzen eingeschränkt. — Uebrigens zeigen auch diese Mettlacher Fliesen eine feinere Obermasse und eine grobkörnige Untermasse, welche letztere im Bruche viel Aehnlichkeit mit den körnigen plutonischen Gesteinen hat, denen sie in der Härte auch nahezu gleichkommt.

c. Das Brennen der Thonwaaren.

Obgleich hier nur vom Brennen der Backsteine die Rede sein soll, möchten doch zuvörderst einige allgemeine Bemerkungen über das Brennen des Thones am Platze sein. Der Thon ist bekanntlich ein wasserhaltiges Thonerdesilicat, in reinem Zustande unschmelzbar und von weifser Farbe. — Ganz rein kommt er jedoch fast nirgends in der Natur vor, und auch die Lager fast reinen weifsen Thones sind sehr selten. — Indessen bedürfen die letzteren ebenfalls eines sehr hohen Hitzegrades zum Schmelzen und heifsen deshalb feuerfeste Thone, welche sehr hoch geschätzt werden und zu wichtigen technischen Zwecken dienen, einerseits zur Herstellung von Feuerungsanlagen und Schmelztiegeln, welche hohe Hitzegrade auszuhalten haben, andererseits zu den feinsten keramischen Producten, Porzellan und Steingut. — Die Töpfer- und Ziegelthone sind stets mit fremden Substanzen verunreinigt, und diese Beimischungen bewirken fast sämmtlich zugleich eine bestimmte Färbung, und eine gewisse Schmelzbarkeit des Thones. — Von der ersteren wird weiter unten die Rede sein, während uns hier zunächst das Brennen der Thonwaare beschäftigen soll.

Durch die Glühhitze wird dem Thon das Hydratwasser entzogen, auch geht dadurch seine Plasticität verloren, so dafs gebrannter Thon niemals wieder plastisch werden kann. — Sind dem Thone Alkalien, Erden, Metalloxyde beigemischt, wie fast immer der Fall, so bilden sich in hoher Temperatur zwischen diesen und dem Thone bisilikatische Verbindungen, welche in Glasflufs übergehen und dadurch das Schmelzen der ganzen Masse herbeiführen. — Von den am häufigsten vorkommenden derartigen Beimischungen des Thones, dem Kalk, (kohlensauer und schwefelsauer), dann den Eisenoxyden, häufig auch beiden zugleich, ferner Kieselerde, Mangan etc. — begünstigt am meisten den Schmelzprocefs der Kalk, weniger das Eisenoxyd, während Kieselerde, wenn in reichem Maafse vorhanden, den Thon nur mager macht, zur Schmelzung aber sehr wenig beiträgt. Reine Kieselerde ist für sich allein ebenfalls unschmelzbar, trotzdem dient eine Beimischung derselben dazu, feuerfesten Thon etwas leichter schmelzbar zu machen. — So sind viele Porzellanerden in ungeschlämmtem Zustande, also mit reichlicher Quarzbeimischung, sehr viel leichter schmelzbar, als nach dem Schlämmprocesse, welcher den Sandzusatz entfernt.

Die Schmelzbarkeit des Thones beansprucht indefs noch in anderer Weise unser Interesse in hohem Grade, indem sie die Wetterfestigkeit des Backsteines bedingt. — Durch Glühhitze geringeren Grades wird die Thonmasse fest und hart, so dafs sie einen ziemlich bedeutenden Druck ertragen kann. — Dies reicht in warmen Ländern, welche keinen Winter mit Eis und Schnee kennen, für Bauzwecke vollkommen aus. — Im Norden aber, wo heftiger Frost oft Wochen lang andauert, um dann häufig mit Thauwetter zu wechseln, genügt ein leichteres Brennen des den Witterungseinflüssen ausgesetzten Backsteins nicht mehr. — Das Wasser, welches in die Poren des Steines einzieht, dehnt sich im Froste aus und zersprengt den Stein, wenn derselbe nicht eine sehr hoch gesteigerte Festigkeit besitzt. — Diese aber wird im Backstein erreicht, sobald der Brennprocefs so weit geführt wurde, dafs Schmelzung, wenigstens an der Oberfläche, beginnt. — Die Poren werden dadurch geschlossen, so dafs Wasser nur sehr wenig eindringen kann, und die Masse erhärtet so bedeutend, dafs sie dem Drucke des gefrorenen Wassers zu widerstehen vermag. — Indessen darf die Sinterung eben nur beginnen, dann mufs die Glut gemäfsigt werden, damit nicht ein Deformiren, ein Zusammensintern stattfinde und im Schmelzen die Form verloren gehe. — Demgemäfs ist es nothwendig, dafs der zum Backsteinbau verwendete Thon schmelzbar sei, ein feuerfester Thon würde, abgesehen von seiner Kostbarkeit, ganz unzweckmäfsig sein, weil er des ersten Erfordernisses, der Wetterbeständigkeit, entbehrt.

Das Brennen der Thonwaaren ist jedenfalls die schwierigste und unsicherste Operation in der gesammten keramischen Technik, es hat im ganzen Alterthume und im Mittelalter bis in die neueste Zeit auf keiner hohen Stufe der Ausbildung gestanden. Um der Macht des Feuers gebieten zu können, war die Kenntnifs und Bewältigung der Naturkräfte erforderlich, welche erst in neuester Zeit errungen wurde, und gerade die Construction der Brennöfen für Thonwaaren läfst auch heutigen Tages noch viel zu wünschen übrig, — die hiefür gestellte Aufgabe ist noch keineswegs vollständig gelöst.

Im Alterthum, als die gesammte Cultur sich in wärmeren Landstrichen entwickelte, verarbeitete man vorzugsweise leicht schmelzbare Thone und auch diese wurden schwach gebrannt. — Man bedurfte eben, begünstigt durch das milde Klima, des schärferen Brandes nicht. — Die griechischen Gefäfse und architektonischen Terracotten erscheinen sehr leicht gebrannt, häufig fast nur geröstet, um einen Wachsüberzug gehörig tief in die poröse Thonmasse eindringen zu lassen. — Wie die Brennöfen der Alten construirt waren, ist uns unbekannt, wahrscheinlich aber vermochte man darin überhaupt keine hohen Hitzegrade zu erzielen.

Die Brennöfen unserer deutschen Altvorderen, in denen die Ziegel schärfer gebrannt werden mufsten, mögen keine andere Gestalt gehabt haben, wie die Ziegelöfen für Holzbrand, welche gegenwärtig noch allgemein in Landziegeleien angetroffen werden: meilerartige Anhäufungen von Ziegeln, umschlossen von 4 dicken Mauern, oben entweder offen oder mit einem einfachen Tonnengewölbe überdeckt, in welchem zahlreiche Löcher für den abziehenden Rauch angebracht waren. Es ist in diesen Oefen nicht wohl möglich, den gesammten Inhalt gleichmäfsig durchzubrennen; nahe den Feuergassen werden die Ziegel zu Klinkern gebrannt, dicht unter dem Gewölbe erreichen sie nicht genügende Gare und sind dann am Aeufseren der Gebäude nicht wohl zu verwenden.

Ebensowenig günstige Resultate erreicht man im liegenden Töpferofen, welcher ebenfalls seit uralten Zeiten seine Form beibehalten zu haben scheint. — In diesem, welcher verhältnifsmäfsig viel Brennmaterial verbraucht, verbrennt sehr leicht die Waare, welche der Flamme zunächst, unmittelbar hinter dem Ständer, aufgestellt ist. — Für solche Gegenstände, welche bereits vor dem Brennen gröfseren Aufwand an Mühe, Zeit und Kosten verursacht haben, mufs der Ofen so eingerichtet sein, dafs der Brand möglichst weitgehende Sicherheit für das Gelingen gewährt, und dafs die Kosten des Brandes in angemessenem Verhältnisse zu dem Werthe des Brenngutes stehen. — Der Ofen mufs daher möglichst durchweg gleichmäfsig starkes Feuer erhalten, so dafs man ihn mit passender Waare vollständig anfüllen kann, dafs man nicht genöthigt ist, die besseren Waaren nur an bestimmte Plätze zu stellen, den übrigen Raum aber mit Waare von geringerem Werthe auszufüllen. — Vollständig genügt diesen Ansprüchen noch kein einziger der bis jetzt construirten Oefen, man mufs sich daher mit denjenigen Constructionen begnügen, welche annähernd das Verlangte leisten. Handelt es sich um ein Brenngut, welches sich von den gewöhnlichen Ziegeln nur wenig unterscheidet, wie um glatt profilirte volle Formsteine, so können diese allerdings im gewöhnlichen Ziegelofen gebrannt werden, erhalten daselbst den besten Platz und werden mit gewöhnlichen Ziegeln umstellt, d. h. gegen wilde Einflüsse des Feuers geschützt. — Auch mit gröfseren, hohlen Baustücken kann man auf diese Weise verfahren, sie vollständig mit Ziegeln gewöhnlichen Formates einbauen. — Aber die Herstellung der Baustücke bleibt dann ein Anhängsel der Ziegelfabrikation, kann nur in sehr geringem Umfange betrieben werden und entbehrt der Selbständigkeit eines eigenen Fabrikationszweiges, deren sie bedarf, um zur Vollkommenheit zu gelangen. — Selbst die fabrikmäfsige Herstellung besonderer, sauber gestrichener und gerichteter Verblendesteine gedeiht nicht als Anhang einer Massenziegelfabrikation, viel weniger die Production feinerer Terracotten.

Auch der von Hoffmann und Licht construirte, neuerdings in mancherlei Variationen ausgeführte Ringofen eignet sich wenig zum Brennen von Formsteinen und Baustücken, denn auch in diesem findet eine gleichmäfsige Vertheilung des Feuers nicht statt. — Die Ziegel, welche die senkrechten Schürschachte umgeben, werden in so starke Glut versetzt, dafs sie meistens schmelzen, und feinere, sowie gröfsere Terracotten müssen mit gewöhnlichen Ziegeln umstellt, geschützt werden, das Brennen derselben bleibt daher auch hier Nebensache.

Um vorzugsweise Formsteine etc. brennen zu können, mufs deshalb der Brennofen eigens dazu construirt werden. — Günstige Resultate erreichte man in dieser Beziehung durch Anwendung des Etagen-Porzellan-Ofens mit aufsteigender Flamme und ringsum vertheilten Feuerungen; noch bessere durch Anwendung des runden Flammenofens mit niedersteigender Flamme und Rauchabzug in der Sohle nach einem hohen Schornsteine. — Die Vertheilung der Glühhitze zeigt sich in solchen Oefen viel gleichmäfsiger, die Wirkung ruhiger, wenn auch in unmittelbarer Nähe der Feuerungen höhere Hitzegrade nicht zu vermeiden sind, gleichzeitig läfst sich die Gluth sehr hoch steigern. Auch mit dem Gasbrennofen sind trotz der Neuheit derartiger Einrichtungen bis jetzt bereits sehr günstige Erfolge erzielt worden. — Die Gasflamme giebt einen aufserordentlich reinen Brand — Flugasche ist selbstredend gänzlich beseitigt, und die Möglichkeit, den Zutritt des Brennstoffes sowohl, wie der Brennluft vollständig nach Bedarf reguliren zu können, erhöht die Sicherheit des Betriebes ganz bedeutend. Es ist auch wohl mit Sicherheit anzunehmen, dafs durch weitere Vervollkommnung dieses Brennsystems die gesammte Backsteinindustrie einer durchgreifenden Reform entgegengeht. — Unmittelbar an den Ausströmungsöffnungen des brennenden Gases ist die Glut freilich aufserordentlich stark und daselbst ein sehr kräftiger Schutz gegen deren Wirkung erforderlich, aber im Uebrigen läfst sich eine ziemlich weitgehende Gleichmäfsigkeit der Glühhitze erreichen, sobald das Feuer zweckmäfsig geleitet wird; — der gesammte Ofenraum ist dann fast wie eine Muffel anzusehen, in welche nur die Glut, nicht aber die Flamme selbst eindringt. Den angedeuteten Schutz gegen die zu starke Wirkung der Gasflamme erreicht man dadurch, dafs man die Fabrikation von Chamottesteinen mit der der Formsteine in angemessener Weise verbindet, dafs man den Ausströmungen zunächst einige Lagen ungebrannter Chamottesteine einsetzt, von denen die schärfste Glut aufgenommen und die Hitze gleichmäfsig vertheilt wird. — Die Chamottestein-Fabrikation bleibt dabei übrigens vollständig eine untergeordnete, wenn auch obligate Nebenproduction, so dafs die Herstellung der Terracotten Hauptsache bleibt. — Bemerkt mufs indessen hierbei werden, dafs der Gasbrand sich zur Anwendung nicht eignet, sobald der zu brennende Thon sehr leicht in Flufs übergeht; zur gewöhnlichen Töpferei, zum Brennen von Ofenkacheln, welche aus einem stark kalkhaltigen Thone hergestellt werden, kann er deshalb nicht benutzt werden; desto vortheilhafter zeigt er sich, wie für Porzellan und Steingut, so auch für gröfsere Terracotten. — Denn auch die letzteren stellt man mit viel gröfserer Sicherheit

und besserem Erfolge aus einem schwerer schmelzbaren Thone dar, — wie Erfahrung und Betrachtung gleichmäfsig bestätigen. — Ist es in unserem Klima Erfordernifs, den Thon bis zum ersten Beginn des Schmelzens, der Sinterung zu brennen, so mufs auch mit Sorgfalt darauf geachtet werden, dafs der Glühprozefs dieses Stadium nicht überschreite, damit nicht vollständige Sinterung, nicht Deformation des gebrannten Gegenstandes eintrete. — Zwischen dem Beginn der Sinterung und dem vollständigen Zusammensintern liegt aber ein Zwischenraum, sowohl dem Hitzegrade als der Zeit nach, welcher bei den leicht schmelzbaren Thonen kleiner, bei den feuerbeständigeren gröfser ist. — Da es nun sehr schwer fällt, namentlich in einem gröfseren Ofenraume, einen ganz bestimmten Feuergrad in engsten Grenzen festzuhalten, da es ferner immer einiger Zeit bedarf, um dasselbe Glühstadium gleichmäfsig im Ofenraume und in einer dickeren Thonmasse zu vertheilen, so ergiebt sich daraus, dafs ein Brand gröfsere Sicherheit gewährt, sobald die demselben gesteckten Grenzen für die Höhe und die Dauer der Glut weiter von einander entfernt liegen. — Ein geringes Ueberschreiten des Anfangsstadiums der Sinterung ist dann, an sich unvermeidlich, bei schwerer schmelzbaren Thonen unschädlich, bei leicht schmelzenden verderblich. — Je gröfser daher die einzelnen Stücke hergestellt werden, desto feuerbeständiger mufs die Thonmischung dazu genommen werden, und umgekehrt, je feuerbeständiger der Thon, desto gröfsere Stücke können mit Sicherheit gebrannt werden. — Selbstverständlich aber sind hierbei bestimmte Grenzen inne zu halten, sowohl nach der einen, als nach der anderen Richtung; man wird eine gewisse durchschnittliche Gröfse der Baustücke nicht überschreiten, um sich nicht Schwierigkeiten von anderer Seite zu bereiten, man wird ebenso die Feuerbeständigkeit nicht zu weit treiben um nicht zu einer schwer erreichbaren Steigerung des Glühprocesses gezwungen zu sein. —

Die Volumverminderung, das Schwinden, welches wir beim Trocknen des Thones beobachtet haben, dauert, wie bereits bemerkt, auch während des Brennens fort und mufs daher beim Schwindemaafsstabe berücksichtigt werden. — Es findet in geringerem Maafse bei schwächerem Feuer statt, verstärkt sich aber mit dem Eintreten des Sinterungsprocesses. — Dieser letztere bildet in der That den Uebergang aus dem festen in den flüssigen Zustand; der Thon, indem er schmilzt, füllt die kleinen Hohlräume innerhalb der Masse aus, indem der Umfang der letzteren sich vermindert. — Auch im Brande zeigt sich demgemäfs der grofse Vortheil einer Beimischung körniger unplastischer, schwerer schmelzbarer Masse. — Einerseits wird dadurch der Formthon poröser und nimmt die Hitze leichter auf, brennt schneller durch, — andererseits bildet die körnige unplastische Masse eine Art festen Gerippes, welches dem Zusammensintern weniger ausgesetzt ist, weil die schmelzende Thonmasse in den Zwischenräumen durch die Reibung verhindert wird auszufliefsen, dagegen erweicht und in diesem Zustande die Körner nur fester mit einander verbindet. — Auch im Brande schwinden daher die körnig gemagerten Thonmassen weniger und erhöhen auf diese Weise die Sicherheit der Fabrikation. Bedingung ist dabei immer, dafs die körnige Beimischung nicht früher in Schmelzung übergehe, als der Thon selbst, indessen braucht sie auch nicht absolut feuerbeständig zu sein, es ist sogar vortheilhaft, wenn sie bereits gesintert ist oder wenigstens völlige Wetterfestigkeit besitzt. — Gebrannte Thonscherben derselben Art, welche die Masse bilden, zu verwenden, kann durchaus empfohlen werden, denn es ist eine bekannte Beobachtung, dafs derselbe Thon durch mehrmaliges Brennen feuerbeständiger wird. Der Schmelzpunkt bereits gebrannter Scherben liegt daher höher als derjenige des frischen Thones von derselben Art. —

Aus dem vorstehend Mitgetheilten wird als sicheres Ergebnifs hervorgehen, dafs für die Herstellung von Formsteinen und Baustücken wesentlich andere Bedingungen vorliegen, als für die gewöhnliche Ziegelfabrikation, dafs es sich also nicht etwa blos um eine verfeinerte Ziegelei handelt, sondern um eine für sich bestehende, eigenartige Technik. — Denn nicht nur die Thonmischungen müssen andere sein, als für die Ziegelei, auch das Verfahren des Formens ist ein völlig abweichendes, ebenso sind für die Brennöfen andere Einrichtungen nöthig. — Noch auffälliger aber wird dies bestätigt durch die nachfolgende Betrachtung, welche die Farbengebung des Backsteines zum Gegenstande haben soll und mit welcher wir die Betrachtungen über das Praktische der Backsteinbereitung abschliefsen können.

(Fortsetzung folgt.)

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

67ster Baubericht über den Fortbau des Domes zu Cöln.

Begünstigt durch die erhöhten Zuschüsse aus den Erträgen der Dombau-Prämien-Collecten und die vermehrte Anzahl der Werkleute in den Bauhütten, erreichte der Aufbau der Umfassungswände des Octogons beider Westthürme des Cölner Domes bereits vor Ablauf des Jahres 1876 die im Betriebsplane vorgesehene Höhe von 94^m über dem Fufsboden der Kirche, und gestattete das anhaltend milde Wetter im Winter 1876/1877 den Fortbau der Thürme über das Hauptgesims des vierten Stockwerkes hinaus.

Am 3. Februar 1877 wurde nach Vollendung des Laufgangs und der Galerien auf der Höhe des südlichen Thurmes die Sockelschicht zum Steinhelme versetzt, und erhielt der nördliche Thurm den gleichen Ausbau gegen Ende des Monats März.

Mit Schlufs des Jahres 1876 gingen auch die noch fehlenden 6 grofsen Eckfialen am südlichen und nördlichen Thurme ihrer Vollendung entgegen und wurden innerhalb 4 Monate ca. 150 steigende Meter dieser reich profilirten, mit Engelfiguren, Baldachinen und zierlichem Maafs- und Stabwerk geschmückten Eckthürme versetzt.

Wenngleich der am Fufse des Domes lagernde Vorrath an fertig bearbeiteten Werkstücken die weitere Fortführung der Arbeiten an den Steinhelmen und den je 15^m hohen Eckfialen, welche aus der Helmgalerie emporsteigen, zuliefs,

so mufste der Beginn dieser Versetzarbeiten dennoch bis nach Vollendung der Einwölbung der grofsen Sterngewölbe im vierten Geschosse beider Thürme verschoben werden, da die Aufstellung des neuen, 10^{m} hohen Baugerüstes erst nach Herstellung der darüber gelegenen Sterngewölbe erfolgen kann.

Zur Zeit ist das Sterngewölbe des südlichen Domthurmes nahezu vollendet, der Plattenboden theilweise verlegt, und wird das Aufschlagen des neuen Baugerüstes zu Anfang des Monats Juni beginnen.

Bis zu diesem Zeitpunkte werden die Gratprofile, Maafswerke und Krabben zu den Steinhelmen beider Thürme auf eine Höhe von 6^{m} über dem Laufgange in den Bauhütten fertig gestellt sein, und genügt dieser Vorrath an Bausteinen, um nach Vollendung der Gerüste den Aufbau beider Helme gleichzeitig und mit verstärkten Arbeitskräften in Angriff nehmen zu können.

Zu Ende des Jahres 1876 wurde der theilweise Abbruch des alten Glockenstuhles im zweiten Geschosse des südlichen Thurmes angeordnet, um den für die Anlage des im Mittelalter unausgeführt gebliebenen Centralpfeilers nothwendigen Raum frei zu legen, und mufsten die zwei gröfsten Domglocken aus ihren Achslagern gehoben werden, da die Holzconstruction des Glockenstuhls nach Beseitigung der hauptsächlichsten Verstrebungen und Horizontalverbindungen den Schwankungen beim Läuten der grofsen Domglocken nicht ausgesetzt werden kann.

Behufs Fortbenutzung der kleineren Domglocken sind provisorische Glockenstühle errichtet, die bis zum Einhängen sämmtlicher Glocken in den neuen Glockenstuhl in Benutzung bleiben werden.

Der Aufbau des 25^{m} hohen Centralpfeilers im zweiten Geschosse des südlichen Thurmes, nebst den 4 grofsen Gurtbögen und die Einfügung der Gratbögen zu den 4 Kreuzgewölben daselbst, gegen Ende des Jahres 1876 begonnen, ist nahezu vollendet und wird bis Ende Juli 1877 die Fertigstellung der Gewölbekappen, wie der Entlastungsgewölbe darüber, welche den Fufsboden der Thurmhalle tragen, beendet sein. Der Schlufsstein des südwestlichen Kreuzgewölbes erhielt eine lichte Weite von $3_{,6}$ ^{m}, für den Aufzug der $3_{,44}$ ^{m} am Schlagringe messenden Kaiserglocke, und wird das entsprechende Kreuzgewölbe im Erdgeschosse des südlichen Thurmes mit einem gleich grofsen Schlufssteine versehen werden, damit das Ablassen und Aufziehen der grofsen Domglocken in Zukunft ohne Beeinträchtigung der Wölbungen geschehen kann.

Nach Vollendung des Fufsbodens im dritten Stockwerke des südlichen Thurmes kann nunmehr der eiserne Glockenstuhl und dessen Subconstruction, welche auf dem neu errichteten Centralpfeiler ruht, zur Ausführung gelangen, da die Abnahme der Kaiserglocke unter dem 30. November 1876 von dem Vorstande des Central-Dombau-Vereins genehmigt wurde.

Das Domgeläute wird demnach aus den nachstehend bezeichneten sechs Glocken bestehen: Kaiserglocke, Preciosa Speciosa, Dreikönigenglocke, Ursula und Capitel-Glocke, die, sämmtlich in einem Glockenstuhle vereinigt, auf einer Höhe von ca. 56^{m} über dem Fufsboden der Kirche im dritten Geschosse des südlichen Domthurmes aufgehängt sind. Aufserdem werden noch die 2 Uhrglocken in dem Glockenstuhle befestigt werden, während das Uhrwerk im zweiten Geschosse des südlichen Thurmes unterzubringen ist.

Um bei Erneuerung der allseitig verwitterten Ornamente der unteren beiden Geschosse des südlichen Domthurmes, die seit einer langen Reihe von Jahren in Ausarbeitung reich verzierter Architektur-Details besonders geübten Domsteinmetzen ihren Fertigkeiten entsprechend fernerweit zu beschäftigen und die Restaurationsarbeiten am südlichen Thurme gleichzeitig mit dem Bau der Thurmhelme zum Abschlufs zu bringen, ist mit dem Aufschlagen eines neuen Baugerüstes am Fufse des südlichen Thurmes begonnen, das bis zur Oberkante des zweiten Geschosses aufgeführt wird. Die Neufertigung der zahlreichen Architektur-Details zur Restauration des südlichen Thurmes ist bereits im Laufe des Winters 1876/77 in den Werkhütten in Arbeit genommen, und wird für die vom Mauerwerk der Umfassungswände frei abgelösten Ornamente der sehr harte und schwer zu bearbeitende aber durchaus wetterbeständige Obernkirchener Sandstein zur Verwendung kommen.

Durch die seit Jahrhunderten ungehindert eindringende Feuchtigkeit haben auch die Profilirungen, Sockel, Fensterverdachungen und namentlich die Fenstermaafswerke im Inneren der Thurmhallen allseitig gelitten, auf welche Bautheile sich daher die Restaurationsarbeiten gleichfalls ausdehnen müssen, bevor die Einwölbung und die Beseitigung der Abschlufsmauern zwischen den Thurmhallen und dem Schiffe der Kirche erfolgen kann.

Bei der grofsen Zahl der in den Werkhütten beschäftigten Steinmetzen ist auch im Laufe des Jahres 1876 ein erhöhter Bedarf an Baumaterial und namentlich an Hausteinen eingetreten, dessen rechtzeitige Beschaffung aus den Brüchen zu Obernkirchen, Staudernheim, Hannebach und vom Stenzelberge während der Sommermonate erfolgte. Für Baumaterial jeder Art wurde im Betriebsjahre 1876 die Summe von 379700 ℳ 54 ₰ verausgabt.

Der plastische Schmuck der Portalhallen der Westfront und des Nordportals, dessen allseitige Vollendung in wenigen Jahren bis zur Beendigung der Bauthätigkeit an dem Fortbau der Thürme zu bewirken ist, wurde im Laufe des Jahres 1876 sichtbar gefördert, indem die kleinen Figuren in den Portalbögen des Mitteleinganges und des nördlichen Seiteneinganges sämmtlich fertiggestellt, und in die Bogenlaibungen unter den Baldachinen eingefügt sind. Auch wurden die 8 grofsen Heiligenfiguren im nördlichen Seiteneingange aufgestellt und die gleichen Figuren für die Mittelhalle und die Pfeilervorsprünge modellirt und aus Caener Kalkstein in dem Atelier des Dombildhauers Fuchs ausgeführt. Es bedarf mithin nur der Fertigstellung der zahlreichen Consolen und Baldachine für diese Figuren, um die Westfront des Domes in allen Theilen mit dem hierfür projectirten figürlichen Schmucke zu versehen.

Die Dombauhütte hat im verflossenen Jahre den Tod zweier langjähriger Mitarbeiter, und die Bauverwaltung den Verlust zweier Beamten von erprobter Pflichttreue und aufopfernder Hingabe an ihren Beruf zu beklagen. Im Verlaufe weniger Monate starben der Ober-Hüttenpolir Joseph Leisten, seit 1842 der Dombauhütte angehörend, sowie der seit dem Jahre 1839 ununterbrochen beim Dombau mit Ausführung der Versetzarbeiten betraute Ober-Polir Reul. Beiden Werkgenossen war es nicht vergönnt, die Thürme

in ihrer Vollendung zu erblicken und sich der Krönung des Werkes zu erfreuen, dem sie ihr ganzes Leben und erfolgreiches Streben unausgesetzt gewidmet hatten.

Als planmäſsiger Reinertrag der 12ten Dombau-Prämien-Collecte ist die Summe von ca. 549300 ℳ. in die Kasse des Central-Dombau-Vereins geflossen und beträgt der pro 1876 von Seiten der Vereins-Kasse zum Fortbau des Domes eingezahlte Beitrag im Ganzen 1,110000 ℳ.

Laut Nachweisung der Regierungs-Haupt-Kasse zu Cöln sind pro 1876 für den Dombau zu Cöln im Ganzen verausgabt 1,190090 ℳ. 54 ₰. und beträgt die Verwendungssumme speciell für den Fortbau der Westthürme und die Restauration des südlichen Thurmes, einschlieſslich des Werthes der aus den Beständen der Vorjahre zur Verwendung gekommenen Baumaterialien, im Ganzen 1,168007 ℳ. 78 ₰.

Unter Hinzunahme der Baukosten in den Jahren 1864 bis ultimo 1875 zum Betrage von 6,493169 ℳ. 29 ₰. sind demnach im Laufe von 13 Jahren von 1864 bis ultimo 1876 im Ganzen 7,661177 ℳ. 7 ₰. zum Ausbau der Thürme des Cölner Domes angewiesen und verwendet worden.

Cöln, den 12. Mai 1877.

Der Dombaumeister Voigtel.

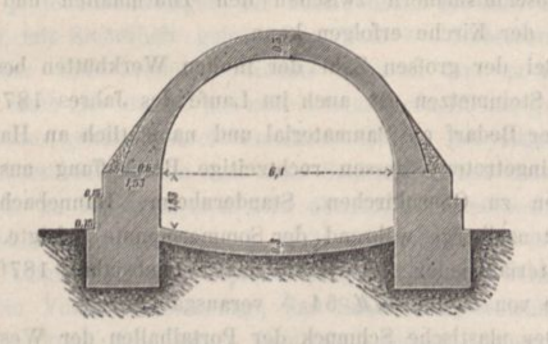
Ueber den Bau der Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika.

(Reisebericht des Herrn Eisenbahn-Baumeister Blanck.)

(Schluſs, mit Zeichnungen auf Blatt R und S im Text.)

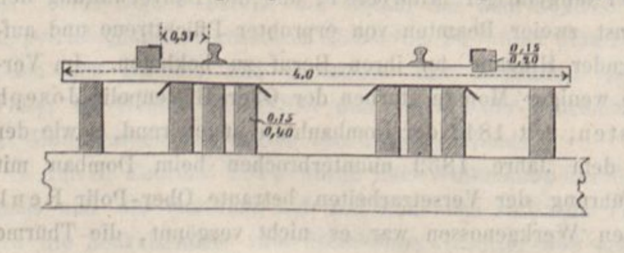
Brücken und Durchlässe.

Für die Abführung der atmosphärischen Niederschläge durch den Bahnkörper vermittelst kleiner Durchlässe wird verhältniſsmäſsig geringe Sorge getragen. Die wenigen vorhandenen Bauwerke dieser Art zeigen keine Abweichungen von den bekannten Constructionsformen. Eine Abdeckung der Gewölbe mit Ziegelflachschicht, Cement- oder Asphalt-



lagen findet der Kostenersparniſs wegen nicht statt. Vorstehende Figur zeigt den Querdurchschnitt eines $6,_{1}{}^{m}$ (20′ engl.) weiten Durchlasses auf der Cincinnati-Southern Bahn. Wird durch beschränkte Constructionshöhe ein offenes Bauwerk bedingt, so wählt man aus Billigkeitsrücksichten einfache Holz-Constructionen.

Es sei hier von den vielen vorhandenen Beispielen nur eins gebracht, das in neuester Zeit häufig ausgeführt ist und einige charakteristische Merkmale zeigt. Diese Construction findet nicht nur für Wegeunterführungen und Brücken, sondern vorzugsweise auch für hölzerne Viaducte Anwendung. Die eingeschriebenen Stärken der Längsträger sind für eine lichte Spannweite von $4,_{4}{}^{m}$ berechnet. Ist bei irgend einem Bauwerke die Spannweite gröſser oder geringer, so erfahren die Längsträger entsprechende Modificationen. Die combinirten mittleren Längsträger sind auf ihre ganze Länge hin



mit galvanisirten Eisenplatten von $0,_{64}{}^{m}$ Breite zum Schutze gegen atmosphärische Niederschläge abgedeckt. Ferner befinden sich zu beiden Seiten des Geleises und zwar in einem Abstande von $0,_{31}{}^{m}$ Stärke sogenannte Sicherheitsbalken von $\frac{0,_{15}}{0,_{20}}{}^{m}$ Stärke, die bei etwaigen Zugentgleisungen ein Hinabstürzen der Wagen von dem Bauwerke möglichst verhindern sollen. Diese Balken sind in die Schwellen 50^{mm} tief eingelassen und mit langen eisernen Nägeln gehörig befestigt; auch ist die innere Kante gegen den Angriff der Wagenräder durch ein 76 · 76 · 10 Millimeter starkes Winkeleisen geschützt. Die eichenen Querschwellen sind $\frac{0,_{13}}{0,_{20}}{}^{m}$ stark, $4,_{0}{}^{m}$ lang und liegen nur $0,_{31}{}^{m}$ von Mitte zu Mitte entfernt; überdies ist jede zweite Schwelle auf den seitlichen Längsträgern durch eiserne Nägel befestigt.

Tunnel.

Der Bau von Tunneln wird nach denselben Grundsätzen wie in Europa ausgeführt. Das freie Profil derselben ist im Scheitel etwas gedrückter, als bei deutschen Bahnen, und in allen Theilen auf das Aeuſserste eingeengt. Auf eingeleisigen Bahnen findet man zuweilen unfertige Tunnel. Sie waren ursprünglich für zwei Geleise in Angriff genommen, während der Bauausführung jedoch der Kostenersparniſs wegen auf ein Geleis beschränkt. In diesem Falle trieb man nur die Scheitelstrecke vorschriftsmäſsig durch, rückte das eine Geleis in die Mitte und gewann auf diese Weise leicht eine hinreichende Höhe für den Durchgang der Locomotiven, ohne daſs es von vornherein nothwendig war, die Sohle gänzlich auszuheben.

Macht im Laufe der Jahre der erhöhte Betrieb das Verlegen des zweiten Geleises erforderlich, so wird der Ausbruch der Sohle allerdings mit erhöhten Kosten nachgeholt.

Drehscheiben und Schiebebühnen.

Die Anwendung von Drehscheiben und Schiebebühnen zum Rangiren der Frachtzüge ist bei den amerikanischen Bahnen auf ein geringes Maaſs beschränkt und scheint noch seltener, als in Deutschland vorzukommen. Auf kleineren Stationen findet man häufig hölzerne Drehscheiben, die allerdings einen schwerfälligen Eindruck machen. Von vorzüglicher Güte sind dagegen die eisernen Drehscheiben, wie

auch die Schiebebühnen in den Locomotivschuppen und Reparaturwerkstätten; letztere werden wohl ausnahmslos mit Dampf betrieben.

Der Durchmesser der eisernen Drehscheiben variirt zwischen $10,_{7}$ — $18,_{3}$ m (35 — 60′ engl.). In neuerer Zeit wählt man gern die gröfste Sorte, weil sie bequem Platz für das gleichzeitige Drehen auch der längsten Locomotiven nebst Tender gewähren. Diese Drehscheiben sind ebenso einfach, wie solide construirt und überraschen uns durch die Leichtigkeit ihrer Handhabung.

Ohne weiter auf die Details einzugehen, sei hier (auf Blatt S) nur der Zapfen einer von W. Seller construirten Drehscheibe dargestellt. Die Drehung erfolgt nicht auf dem Zapfen, sondern auf einem Kranz von 15 kleinen conischen Rollen aus Stahl, die sich zwischen zwei entsprechend gestalteten Stahlringen bewegen. Die übrige Construction erklärt sich aus den Zeichnungen von selbst. Seller giebt an, dafs eine Drehscheibe von $15,_{25}$ m (50′ engl.) Durchmesser und einem Gewicht von 12000 k mittelst einer an dem Ende des Drehbaumes wirkenden Kraft von $0,_{75}$ k in Bewegung gesetzt werden könne. Es möge dahin gestellt bleiben, wieweit diese Behauptung zutrifft; jedenfalls erfordert unter sonst gleichen Verhältnissen die Bewegung bei rollender Reibung einen geringern Kraftaufwand, als bei der an unsern Drehscheiben üblichen Zapfenreibung; auch lehrt thatsächlich die Erfahrung, dafs 1 Mann sehr wohl im Stande ist, die mit Locomotive und Tender belastete Drehscheibe zu drehen. Auf Grund dieser Vorzüge können die amerikanischen Drehscheiben als Muster empfohlen werden.

Centesimalwaagen.

Einen hohen Grad der Vollkommenheit zeigen auch die Centesimalwaagen. Auf allen Bahnhöfen mit gröfserem Betriebe hat man Centesimalwaagen von $36,_{6}$ m (120′ engl.) Länge mit einer Tragfähigkeit von 130 Tonnen. Diese Länge genügt, um die Wagen zu wiegen, während sie einzeln über die Waage laufen. Die Feststellung des Gewichts und Eintragung in die betreffenden Bücher erfolgt mit leichter Mühe durch einen in dem Waagehäuschen sitzenden Beamten.

Bahnwärter und Signale.

Stationaire Bahnwärter zur Beaufsichtigung der Strecke werden auf amerikanischen Bahnen überhaupt nicht beschäftigt, und optische Signale kommen nur bei Bahnen mit sehr starkem Verkehr auf solchen Stellen vor, wo der Locomotivführer die freie Strecke selbst auf ganz kurze Entfernungen, wie z. B. bei der Führung der Bahn um einen Gebirgsvorsprung, nicht übersehen kann. Bei mehreren Bahnverwaltungen sind Blocksignale eingeführt.

Die wiederholt erwähnte Philadelphia-Reading Bahn bedient sich als optische Signale kleiner hölzerner Signalthürme (Blatt Q). Dieselben sind aus Brettern erbaut, haben eine achteckige Grundform von $3,_{66}$ m unterm Durchmesser und sind rot. $6,_{0}$ m hoch. Der Thurm ist in zwei Etagen getheilt, von denen die untere für die Aufstellung einer nach oben führenden Leiter und als Aufbewahrungsraum für Bahnutensilien benutzt wird, während in der obern Etage, welche auf allen Seiten mit Fenstern versehen ist, der Signalmann seinen Stand hat. Ueber die Mitte des Thurmes ragt eine ca. 2 m hohe Brettwand hinaus, die normal zur Bahnrichtung steht, schwarz angestrichen ist, und lediglich als Hintergrund für die zu beiden Seiten derselben angebrachten optischen Signale dient.

Das Signal selbst besteht aus einer drehbaren cylinderförmigen eisernen Achse, welche von dem Wärterraume aus ebenfalls ca. 2 m über das Thurmdach hinausragt, und an deren oberem Ende in gleicher Theilung drei Flügel angebracht sind, wie dieses die Zeichnung andeutet. Jeder Flügel ist etwa $0,_{5}$ m lang, und die correspondirenden Seiten je zweier Flügel sind mit gleichen Farben und zwar weifs, blau und roth angestrichen. Bei Nachtzeit werden diese Signalfarben durch Lampenlicht erzeugt. Durch die drehende Bewegung eines einfachen Mechanismus vermag nun der Signalmann dem Zuge das auf den Zustand der Bahn beziehliche Signal zu geben.

Entsprechend unseren Signalen bedeuten:

„weifs“: die Bahn ist frei;
„blau“: vorsichtig fahren;
„roth“: der Zug soll halten.

Ein weiteres, nur durch die amerikanischen Betriebs-Verhältnisse — indem namentlich Güterzüge in Zwischenzeiten von kaum 5 Minuten auf einander folgen — erklärbares Signal ist abwechselnd „roth“ und „blau“ zu geben, d. h. die Bahn ist zwar frei, aber der Zug soll vorsichtig fahren, weil der vorhergehende Zug vielleicht noch nicht einen genügenden Vorsprung erreicht hat.

Die Bahnhöfe werden entweder durch ähnliche Signale oder durch elektrische Blocksignale abgeschlossen.

Knallsignale finden eine sehr umfangreiche Verwendung bei allen Unregelmäfsigkeiten im Betriebe und zur Bezeichnung schlechter Bahnstrecken. Bei Nachtzeiten bedient man sich auch eigenthümlicher Feuerwerkskörper als Signale. Es sind dies kleine Windlichter, die selbst bei Regen und Wind nicht erlöschen, und deren Satz so bemessen ist, dafs sie genau 5 Minuten brennen. Jeder Locomotivführer ist mit einer kleinen Partie dieser Lichter ausgerüstet. Erfährt der vorhergehende Zug während der Fahrt eine Verspätung, so wirft der Locomotivführer ein angezündetes Windlicht auf den Bahnkörper. Trifft der nachfolgende Zug das Licht noch brennend an, so weifs er genau, dafs der vorhergehende Zug noch nicht den reglementsmäfsigen Vorsprung hat; er wartet diese Zeit ab und fährt dann mit der gehörigen Vorsicht weiter.

Bahnhofsanlagen.

Die Bahnhofsanlagen entsprechen mit sehr wenigen Ausnahmen in ihrer bisherigen Anordnung nur den dringendsten Anforderungen des Betriebes. Sie sind im Allgemeinen als provisorische Anlagen zu betrachten, deren weiterer Ausbau bei den grofsen Anlagen, wie in Philadelphia, St. Louis, Chicago, Columbus, bereits angestrebt, durch die ungünstigen Zeitverhältnisse aber unterbrochen worden ist. Kleinere Stationen zeigen kaum mehr als 2 — 3 Nebengeleise zum etwaigen Rangiren der Züge und eine hölzerne Drehscheibe. Bei eingeleisigen Strecken giebt es viele Haltestellen, die nur einen todten Strang zum Kreuzen der Züge haben. Der eine Zug fährt auf denselben auf, und wenn der andere Zug passirt ist, drückt er in das Hauptgeleis zurück, um seine Fahrt fortzusetzen.

Auf die Unterhaltung und Justirung der Geleisanlagen der Bahnhöfe wird durchweg wenig Sorgfalt verwendet, weil

hier alle Züge sehr langsam fahren, und die Rangirbewegungen mit grofser Vorsicht ausgeführt werden.

Um einige ansprechende Beispiele vorzuführen, sei zunächst der ebenso grofsartige, wie eigenthümliche Kohlenbahnhof der Philadelphia-Readingbahn in Port Richmond bei Philadelphia gegeben (Blatt R). Der Bahnhof liegt am Delaware-Strome und dient fast ausschliefslich dem überseeischen Kohlenverkehr. Die Rangirgeleise, sowie die Entladegeleise bis zur Linie *abcde* liegen auf einer ca. $4,_{0}{}^{m}$ hohen Erdaufschüttung, welche hier durch eine Mauer eingefafst ist. Von da ab werden die Geleise auf Holzgerüsten nach den zahlreichen Docks weiter geführt. Die Gerüste selbst sind mit Bohlen bekleidet und auf diese Weise zur Herstellung von Lagerräumen für 180000 Tonnen Kohlen ausgebildet. 120 Fahrzeuge jeder Art können gleichzeitig an den 21 Ladeplätzen Fracht einnehmen. Die Tragfähigkeit der gröfsten Schiffe beträgt gegenwärtig 1500 Tonnen, doch beabsichtigt die Eisenbahn-Gesellschaft in der neben dem Bahnhofe neu angelegten Schiffsbauanstalt sogenannte „Steam Colliers“ mit einer doppelt so grofsen Tragfähigkeit herzustellen. Die jährliche Verschiffung von Kohlen hat bisher $2\frac{1}{2}$ Millionen Tonnen nicht überschritten, während mit den vorhandenen Einrichtungen 3—4 Millionen geleistet werden könnten.

Als in sich abgeschlossenes Ganzes sei ferner (Blatt S) derjenige Theil von dem Bahnhofe der Pennsylvaniabahn zu Philadelphia gebracht, welcher erst in Folge der Weltausstellung neu angelegt ist und dazu bestimmt war, den bei Weitem gröfsten Theil des nach jener Stadt strömenden Personenverkehrs aufzunehmen. Die als Kopfstation ausgebildete neue Anlage wird auf zwei Seiten durch Strafsen begrenzt und lehnt sich im Uebrigen an den alten zur Zeit im Umbau begriffenen Güterbahnhof an, liegt jedoch im Niveau ca. 3^{m} höher.

Zur Expedirung der ankommenden und abgehenden Züge dienen je drei Seitengeleise, und für das Rangirgeschäft und die Aufstellung der Reservewagen sechs mittlere Geleise. Die Seitengeleise sind durch ca. 250^{m} lange Hallen in Holzconstruction überdeckt; auch ist der ganze Raum in gleicher Höhe mit Schienenoberkante ausgedielt.

Aufser dem Empfangsgebäude sind hier mit Rücksicht auf den starken Fremdenverkehr und die Sitte amerikanischer Reisender, stets sehr viel Gepäck mit sich zu führen, zu beiden Seiten der Geleise zwei besondere Gebäude für die ankommende und abgehende Bagage, sowie am Kopf der Rangirgeleise kleinere Räume für Postzwecke erbaut. Auf dieser Station werden fahrplanmäfsig täglich 83 ankommende und abgehende Züge expedirt, deren Zahl sich an einzelnen Tagen durch Einlage von Extrazügen auf mehr als 200 erhöht haben soll.

Perrons.

Die Perrons sind durchweg bequem und in hinreichender Gröfse angelegt. Solchen aus Holz giebt man aus Billigkeitsrücksichten den Vorzug vor allen anderen Constructionen. Oft besteht der Perron, wie schon oben angedeutet ist, nur aus einer mit Schienenoberkante abgeglichenen Bohlenlage, die sich dann auf grofsen Stationen, wie Philadelphia, St. Louis, Indianopolis, Columbus, u. a., über den ganzen Raum erstreckt, welcher zur Aufstellung von Personenzügen benutzt wird oder etwa von Hallen überdeckt ist. Man mufs gestehen, dafs die Holzperrons beim Ueberschreiten der Geleise für das Publikum manche Annehmlichkeiten haben; auch sollen sie von ziemlich langer Dauer und leicht reparirbar sein, überdies bei windigem Wetter die ganze Anlage möglichst frei von Staub halten. Diese niedrigen Perrons bieten mit Rücksicht auf die bekannte Einrichtung amerikanischer Personenwagen für das Einsteigen in dieselben keine Schwierigkeit, weil die an der äufsern Plattform der Wagen angebrachten Treppen fast bis auf das Geleis hinabreichen. In neueren Bahnhofsanlagen, wie in dem grofsen Centraldepot der Hudson Riverbahn zu New-York u. a., hat man erhöhte Perrons hergestellt. Die Philadelphia-Readingbahn legt ihre Perrons $0,_{33}{}^{m}$ über Schienenoberkante an. Auf gröfseren Stationen liegt dann an der Vorderkante eine Gasrohrleitung mit mehreren Hähnen, durch welche die Gas-Cylinder für die Beleuchtung der Personenwagen gespeist werden. Nebenbei sei bemerkt, dafs an jedem Personenwagen ein bis zwei Cylinder mit einem Gehalt von je $2,_{5}$ kb^{m} Gas, welches comprimirt ist, angebracht sind. Eine Flamme braucht pro Stunde ca. $0,_{16}$ kb^{m}. Der Druck des Gases in dem Cylinder beträgt bis 23^{k} pro $\square^{cm}$.

Empfangsgebäude.

Die innere Einrichtung der Empfangsgebäude entspricht mit wenigen Ausnahmen auch nicht annähernd dem Comfort, welche die deutschen Anlagen darbieten und zu dessen Forderungen sich unser Publikum gradezu für berechtigt hält. Die äufsere Ausstattung steht in ihrer Einfachheit mit der inneren Einrichtung in voller Harmonie, und nur selten finden wir selbst in gröfseren Städten Gebäude, die sich in der äufsern Erscheinung und in den gewählten künstlerischen Formen über das Maafs des Nothwendigen erheben. Es erregt dies unser Befremden um so mehr, als nicht nur das Land aller Orten über unerschöpfliche Quellen vorzüglicher Baumaterialien verfügt, sondern auch die Privat- und öffentlichen Bauten durch den oft überschwänglichen Reichthum ihrer Architektur unwillkürlich zur Nacheiferung anregen müfsten. Kleine Stationen weisen kaum mehr auf, als eine verdeckte Halle oder einen Hausflur mit Holzbänken für das Publikum, das unvermeidliche Damenzimmer, ein oder zwei Diensträume und daran stofsend einen Bretterschuppen für die Güter, mit welchem nöthigenfalls noch die Wasserstation verbunden ist. In solchen Fällen bleibt es lediglich der Privatspeculation überlassen, durch Anlage eines Hotels in der Nähe des Bahnhofes anderweitigen Bedürfnissen des Publikums Rechnung zu tragen.

Die Stationsgebäude in grofsen Städten, wie Philadelphia, Cincinnati, St. Louis u. a., enthalten zunächst ein geräumiges Vestibül mit Bänken für Jedermann, daran anschliefsend den Billetverkauf, Diensträume des Stationsvorstehers, Telegraphie, Damenzimmer, Speisesalon und die nie fehlende Trinkstube (bar room). Im Vestibül sind überdies placirt ein Zeitungs- und Bücherverkauf, sowie Agenten einer über alle Vereinigten Staaten verbreiteten Exprefs-Compagnie zur eventuellen Beförderung des Gepäcks nach den ihr von den Reisenden angewiesenen Orten. Für Toilettenzimmer und Wasserclosets ist stets in umfangreichem Maafse Sorge getragen.

Die Annahme und Expedirung des Gepäcks erfolgt gewöhnlich durch ein nach der Strafse hin mit Eingang versehenes Zimmer.

Als charakteristisches Beispiel sei hier (auf Blatt S) zunächst der generelle Grundrifs von dem zu jener obenerwähnten Personenstation der Pennsylvania Bahn in Philadelphia gehörigen Empfangsgebäude gegeben. Das Gebäude hat zwei Geschosse, deren unteres lediglich für den Verkehr des Publikums und deren oberes für Büreauzwecke bestimmt ist. Die Gepäckräume befinden sich aus den schon oben angeführten Gründen in besonderen von dem Empfangsgebäude getrennten, aber von der Strafse aus bequem zugänglichen Bauten. Sämmtliche Gebäude sind in schönem Ziegelrohbau, die anschliefsenden Hallen in leichten Holz-Constructionen erbaut. Erwähnt sei nebenbei, dafs die ganze Anlage innerhalb nur 29 Tagen ausgeführt und dem Betriebe überwiesen worden ist.

Die folgende Skizze auf Blatt S zeigt den Grundrifs des Empfangsgebäudes zu Reading, einer Provinzialstadt von ca. 80000 Einwohnern, dessen allgemeine Disposition durch die eingeschriebene Bezeichnung der Räume nebst Gröfsenangabe hinlänglich erläutert sein dürfte. Das Gebäude selbst liegt auf einem Inselperron und dient für den Personenverkehr von 5 Bahnverwaltungen, welche hier einmünden und zusammen täglich 58 Personenzüge expediren.

Als die grofsartigste Anlage aller amerikanischen Empfangsgebäude ist das Centraldepot der Central Hudson-Riverbahn zu New-York zu bezeichnen. Wie die auf Blatt S gezeichnete Grundrifsskizze eben nur andeutet, besteht das Gebäude aus zwei Flügeln von 210 resp. $73,_{2}{}^{m}$ Länge, in deren kürzerem der Haupteingang liegt. Beide Flügel umfassen eine späterhin näher beschriebene Halle. Das Gebäude selbst ist dreistöckig und gewährt genügenden Raum für die Anforderungen dreier Bahnverwaltungen, die hier ihren Centralsitz haben. In dem Erdgeschofs befinden sich die Räume für das Publikum und die Betriebsbeamten, in dem ersten Geschofs die Büreauräume für die Verwaltung der drei Directionen und in dem zweiten Geschofs die beziehlichen technischen Büreaus.

Die äufseren Façaden sind in Ziegelrohbau mit weifsen Marmorgesimsen ausgeführt und zeigen namentlich in den mächtigen Mansarden einen solchen Reichthum der Ornamente, wie er bei ähnlichen Anlagen selten wieder gefunden wird. Die gewählten Detailformen entziehen sich unserer Betrachtung, entsprechen aber selbstredend der Eigenart des amerikanischen Baustyls. In seiner Gesammtheit macht das Bauwerk einen imponirenden Eindruck. Schliefslich möge hier noch erwähnt werden, wie die Pennsylvania Eisenbahn sich theilweise bemüht hat, auch den weitgehendsten Ansprüchen des Publikums nachzukommen, indem sie z. B. auf den Bahnhöfen zu Altoona und Pittsburg mit den Empfangsgebäuden eine Hotelanlage verbunden hat, deren jede über 200 höchst comfortable eingerichtete Logirzimmer aufweist. Liegen derartige Anlagen überdies in schöner, romantischer Gegend, so werden sie von den Amerikanern gern als Wohnsitz während ihres Aufenthalts in der Sommerfrische benutzt.

Perronhallen.

Perronhallen findet man selbst auf kleineren Stationen sehr häufig und zwar in Form einfacher Holzverdachungen. Man giebt den freitragenden Constructionen den Vorzug und wählt hierzu meistentheils Holz-Constructionen nach Howeschem System (Blatt S). Die Träger sind ca. $0,_{75}{}^{m}$ hoch und werden oft bis zu überraschend grofsen Spannweiten (Halle der Baltimore-Ohio Bahn zu Philadelphia = $47,_{75}{}^{m}$) ausgeführt. Der Seitenschub der Bogenträger wird durch eiserne Zugstangen aufgehoben.

Die grofse Halle des Centraldepots zu New-York ist 199^{m} lang, 61^{m} breit, und der Scheitel liegt $28,_{65}{}^{m}$ über Schienenoberkante. Sie ist auf Blatt S im Durchschnitt skizzirt und umschliefst 13 Geleise, einen Seitenperron und 5 Zwischenperrons. Das Dach wird getragen durch 32 bogenförmige eiserne Fachwerksträger mit einem Abstande von $6,_{2}{}^{m}$ von Mitte zu Mitte, deren Enden an den Seitenwänden der Halle bis unter die Geleise hinabgeführt und hier zur Aufhebung des Seitenschubes mittelst starker Zugstangen verbunden sind.

Güterschuppen.

Die Güterschuppen zeigen mit Rücksicht auf die amerikanischen Verkehrsverhältnisse, wonach die Beförderung der Güter fast ausschliefslich in den Händen von Agenten ruht, sehr geringe Dimensionen. Selbst auf grofsen Stationen genügen ein bis zwei Expeditionsräume und ein Güterboden von mäfsiger Gröfse.

Locomotivschuppen.

Eine grofse Sorgfalt wird auf den Bau der Locomotivschuppen verwendet. Der Grundrifs zeigt meist eine polygonale oder vollständig kreisrunde Form. Selten und scheinbar nur für interimistische Anlagen wird die oblonge Grundform gewählt. Die wenigen vorkommenden centralen Locomotivschuppen mit Kuppeldächern gehören offenbar einer früheren Zeit an und zeigen in den eisernen Dachconstructionen sehr primitive Formen.

Die Entfernung der Geleismitten in den Thorwegen ist durchweg auf ein Minimalmafs von $3,_{7}{}^{m}$ (12′ engl.) gebracht, wobei die Thorpfeiler aus Eisen construirt sein müssen. Für Wasser, Beleuchtung und Heizung ist stets in ausreichender und practischer Weise Sorge getragen. Die gröfsten Schuppen haben 40 Stände. Zum Dachverbande wählt man meist den Polonceauträger.

Erwähnenswerth bleibt eine versuchsweise angewandte und bis dahin bewährt gefundene Construction der Schornsteine auf der Pennsylvania Bahn, welche den Eintritt des Rauches der Locomotiven in den innern Raum des Schuppens verhindern soll. Wie die Skizze auf Blatt S andeutet, ist der untere Theil des Schornsteins beweglich und steckt theilweise in dem obern Rohre. Vermittelst einer Hebelvorrichtung kann er auf den Schornstein der darunter stehenden Locomotive herabgelassen, und dadurch der ausströmende Rauch vollständig aufgefangen werden.

Wasserstationen.

Die Einrichtung der Wasserstationen entspricht den allgemeinen Anforderungen. Das Heben des Wassers in die Reservoire erfolgt fast ausschliefslich durch Dampfpumpen. Der Handpumpen scheint man sich nie, wohl aber zuweilen eigenartig construirter Windmühlenpumpen zu bedienen. Auf den Gebirgsbahnen werden auch natürliche Quellen aufgefangen und mittelst Röhren in die Wasserreservoire geleitet. Letztere bestehen häufig nur aus einem grofsen hölzernen

Kasten von ca. $14,_0$ m Länge, $5,_0$ m Breite und $3,_0$ m Höhe, der im Freien aufgestellt und mit einem Bretterdach abgedeckt ist, und dessen Boden ca. $4,_5$ m über Schienenoberkante liegt. Eiserne Reservoire sollen weniger im Gebrauch sein.

Die Wasserkrähne haben in seltenen Fällen eiserne Ausleger, meistentheils befindet sich an dem Ständer ein Hanfschlauch zur Leitung des Wassers in die Locomotiven.

Einzelne Bahnen haben auf langen Linien, die von Schnellzügen ohne Aufenthalt durchlaufen werden, zwischen dem Geleise eiserne Wasserbehälter (track-tanks) liegen, aus welchen die Locomotiven während der Fahrt mittelst einer besonderen Vorrichtung ihren Wasserbedarf schöpfen. Diese Behälter sind 4—500 m lang, $0,_5$ m breit, $0,_{15}$ m tief und aus 4 mm starkem Eisenblech hergestellt; ihre Füllung geschieht aus besonderen Reservoiren durch eine Rohrleitung.

Werkstättenanlagen.

Die grofsen Werkstättenanlagen sind unzweifelhaft das Vollendetste, was uns die amerikanischen Bahnen überhaupt bieten. Abgesehen von der äufsern Austattung der Gebäude — meist Ziegelrohbau mit Schieferdach — ist es besonders die aufserordentlich zweckmäfsige Plandisposition der Werkmaschinen, welche den Besucher überrascht. Man fühlt überall, wie gerade hier der practische Sinn des Amerikaners in seinem Element ist, und wie er keine Mittel und kein Geld scheut, um seine Werkstätten auf die Höhe zu bringen, welche mit Hülfe der modernen Technik erreichbar ist.

Jede Eisenbahnverwaltung hat das Bestreben, Alles ohne Ausnahme, incl. Gewinnung der Rohproducte, selbst zu produciren und zu fabriciren, was zur Aufrechterhaltung eines geordneten Bahnbetriebes gehört. Es werden deshalb, abgesehen von allen anderen Fabrikationszweigen, nicht nur Wagen und Locomotiven reparirt, sondern complet neu gebaut; dafs eine Bahnverwaltung sogar eine eigene Schiffswerft angelegt hat, ist schon früher erwähnt worden.

Geneigte Ebene.

Mehr vielleicht als in irgend einem andern Lande finden wir in Amerika den Betrieb auf geneigten Ebenen vertreten. Ein besonderes Interesse erregen hierunter die Anlagen in dem Kohlenrevier der Philadelphia-Readingbahn (Blatt R). Die Bahn besitzt zwei reiche Kohlenfelder in dem Gebiet des Schuylkill-Flusses, welche durch den Bergrücken Broad-Mountain von einander geschieden sind. Da beide Felder nur durch einen eingeleisigen, überdies ungünstig gelegenen Tunnel mit einander verbunden sind, und dieser allein zur Bewältigung des sehr starken Kohlenverkehrs nicht hinreicht, so hat man von dem Mahanoy-Kohlenfelde her zwei neue Uebergänge über den Berg geschaffen, und zwar wird der eine Uebergang mittelst nur einer, der zweite mittelst zweier aufeinander folgenden geneigten Ebenen bewirkt. Hier seien nur einige Daten über erstere Anlage gegeben. Die zu ersteigende Höhe beträgt $108,_8$ m und die Länge der Ebene $716,_8$ m. In der parabolisch gekrümmten Ebene kommt eine Maximalsteigung von 22 % vor. Es sind zwei Hauptgeleise für die gleichzeitig auf und niedergehenden Wagen vorhanden, deren Entfernung von Mitte zu Mitte $4,_3$ m beträgt. Die Hauptgeleise von gewöhnlicher Spurweite ruhen auf Langschwellen, welche wiederum Querschwellen zur Unterlage haben. Auf diesen liegt ein Zwischengeleis von $0,_{99}$ m Spurweite. Zugleich befinden sich darauf in Entfernungen von $15,_{25}$ m kleine Böcke für die ca. $0,_3$ m im Durchmesser haltenden Leitungsrollen der Drahtseile. Die zu befördernden Lastwagen werden durch kleine vierrädrige Schieber (barneys), auf denen ein Bockgestell angebracht ist, entweder hinaufgestofsen oder beim Niedergange aufgehalten. An den Vorderenden der Schieber ist das Zugseil und an den Hinterenden das Schwanzseil befestigt. Beide Seile sind aus Stahldrähten gefertigt, und ist letzterem ein Durchmesser von 33 mm ($1^1/_4$" engl.) gegeben. Das Zugseil hat 57 mm ($2^1/_2$" engl.) Durchmesser und besteht aus 6 äufseren starken Litzen von je 19 Drähten und 7 inneren kleinen Litzen von je 7 Drähten. Am unteren Ende der Ebene laufen die Schieber, um nicht den Betrieb zu hindern, in eine zwischen den Hauptgeleisen angebrachte Versenkung. Das Schwanzseil wird hier um ein horizontales Rad geführt, welches auf einem beweglichen Wagengestell angebracht ist. Von diesem Wagen führt wieder ein Seil mittelst mehrerer Rollen nach einem 1800 k schweren Contregewicht, das dazu bestimmt ist, während des Betriebes in den Seilen eine gleichmäfsige Spannung zu erhalten, selbst wenn das eine oder andere Ende des Zugseils nicht belastet ist.

Es können gleichzeitig 10 beladene und 15 unbeladene Wagen mit einer Geschwindigkeit von 32 Kilom. pro Stunde befördert werden, wodurch eine Leistungsfähigkeit von 2200 beladenen Wagen à 5 Tonnen Kohle pro Tag erreicht wird. Die Seile werden, selbst wenn sie noch keinen Defect zeigen, nach einer Beförderung von 2 Millionen Tonnen Kohle als verbraucht angesehen und durch neue ersetzt.

Das Rangiren der Wagen am untern und obern Ende der Ebene geschieht durch Maschinen. Elektrische Glockensignale geben die erforderlichen Zeichen.

Der ganze Betrieb macht einen günstigen Eindruck und geht sehr präcise von Statten. Trotzdem wird die Anwendung der parabolischen Form für die geneigte Ebene von der Verwaltung selbst nicht für vortheilhaft erachtet, weil das Zugseil bei starker Spannung sich von den Führungsrollen abhebt und dadurch den ganzen Effect wesentlich beeinträchtigt. Durch die Wahl einer geraden Linie statt der Curve würde dieser Nachtheil vermieden worden sein.

Geleisunterhaltung.

Die Unterhaltung der Geleise auf den freien Strecken der Hauptbahnen erfolgt im Allgemeinen nach folgenden Principien:

Die Bahn ist in kleinere Strecken von ca. $1,_5$ Kilom. getheilt, auf denen 2—3, selten 4 Arbeiter beschäftigt sind. In den Wintermonaten werden die Arbeitskräfte auf die Hälfte reducirt. Die Arbeitsstrecken von Nebenbahnen sind oft bis 5 Kilom. lang. Die Ausführung der Unterhaltungsarbeiten geschieht fast ausschliefslich in Tagelohn zu einem Satze von $1,_{12}$ Dollar pro Mann. Um 7 Uhr Morgens beginnt die Arbeit. Der Vorarbeiter (repair-boss) hat überdies jeden Tag vor Beginn der Arbeit seine ganze Strecke genau zu revidiren und mufs hiermit spätestens bis 8 Uhr fertig sein. Findet er Schäden, die nicht mit den gewöhnlichen Mitteln schnell auszubessern sind, so ist hierüber sofort an den nächsten Vorgesetzten Meldung zu machen.

Der Vorarbeiter ist überdies für die Arbeitsgeräthe verantwortlich. Letztere unterscheiden sich nicht von den auf deutschen Bahnen gebräuchlichen Geräthen, nur sind sie im Allgemeinen leichter gearbeitet.

Die Arbeitercolonnen stehen unter einem Aufseher (Rodman), welcher eine Strecke von 20—30 Kilom. zu beaufsichtigen hat. Ihm liegt ob die Bezeichnung der auszuführenden Arbeiten und die Controle über die Verwendung der Materialien, sowie die Aufstellung der Arbeiter-Rapporte.

Die Vertheilung sämmtlicher Materialien in einem Bezirk von durchschnittlich 150—200 Kilom. erfolgt durch einen besonderen Materialien-Verwalter (Road master). Dieser ist wiederum dem Resident Engineer oder Divisions Engineer untergeben, welcher jener Strecke vorsteht. Die amtliche Stellung des Resident Engineer entspricht der unserer Eisenbahn-Baumeister resp. Eisenbahn-Bauinspectoren. Der älteste Resident Engineer hat gleichzeitig ein technisches Büreau unter sich, in dem sämmtliche Bauprojecte ausgearbeitet werden. Er führt den Titel: „Principal assistent Engineer“ und vertritt gleichzeitig in Behinderungsfällen den am Sitz der Centralverwaltung befindlichen Oberingenieur (Chief Engineer). Die Stellung des Letzteren entspricht der unserer technischen Decernenten in den Directions-Collegien.

Hinsichtlich der Bahnunterhaltung bleibt noch zu erwähnen, dafs jede Verwaltung besondere Maurer- und Zimmermanns-Colonnen hat, die zur Disposition des Principal assistent Engineer's stehen und von diesem nach Bedarf requirirt werden müssen.

Die Geleise der freien Strecken der Hauptbahnen liegen durchweg gut und können sich bei den grofsen Bahnverwaltungen, wie Pennsylvania Bahn, Hudson-River oder Philadelphia-Readingbahn, mit jeder deutschen Anlage messen.

Hiermit soll in kurzen Zügen ein Bild über den baulichen Zustand der im Betriebe befindlichen Bahnen gegeben sein. Wir fügen demselben zum Schlufs noch einige wenige Bemerkungen über die Organisation der Bauverwaltung bei Neubauten hinzu, um so mehr, als sie nicht ganz ohne fachliches Interesse sein dürften.

Organisation der Neubauten.

Die zur Zeit herrschende Geschäftskrisis auf dem Weltmarkte macht sich selbstredend auch in Amerika geltend. Alle Bauausführungen sind sistirt oder nur auf das geringste Maafs beschränkt. An den Bau neuer Bahnlinien kann daher zunächst nicht gedacht werden, ja man hat erhebliche Schwierigkeiten, die bereits begonnenen unversehrt zu Ende zu führen. Zu den letzteren gehört auch die neue Bahnlinie „Cincinnati-Southern“ zwischen Cincinnati und Chattancoga zur Herstellung eines möglichst directen Schienenweges von ersterer Stadt nach dem Süden resp. New-Orleans, aus deren Jahresrapport die nachstehenden Angaben entnommen sind.

Die Bahn wird zunächst in allen Theilen eingeleisig ausgeführt, aber der Grund und Boden für zwei Geleise erworben. Das gesammte Baupersonal besteht zur Zeit aus 127 Mann. An der Spitze der gesammten Bauverwaltung steht der Oberingenieur (Consulting and Principal Engineer). Das technische Centralbüreau desselben zerfällt in zwei Abtheilungen:

a. Constructionsbüreau (Department of Construction),
b. Vermessungsbüreau (Department of Surveys),

deren Leitung je einem ersten Assistentingenieur (First Assistant Engineer) mit einem Jahresgehalt von 14400 Mark obliegt.

Unter jedem ersten Assistentingenieur stehen fünf Assistentingenieure (Assistant Engineer).

Die Assistentingenieure des Constructionsbüreaus beziehen ein monatliches Gehalt von 480 bis 600 ℳ, die des Vermessungsbüreaus von 160 bis 360 ℳ

Nebenbei sei hier bemerkt, dafs die amerikanischen Constructionsingenieure zum gröfsten Theil auf deutschen Schulen (Carlsruhe, Stuttgart) ausgebildet oder selbst eingewanderte Deutsche sind. Die Vermessungsingenieure haben selten eine gute Schulbildung genossen, sondern sich meist vermöge ihrer practischen Befähigung vom Kettenzieher zum Ingenieur aufgeschwungen. — Dem Oberingenieur stehen überdies zur Erledigung der schriftlichen Arbeiten zwei Secretaire (clerks) zur Seite.

Auf der freien Strecke sind: 2 Assistenten (Feldmesser) zum Abstecken der Bahnlinie mit einem monatlichen Gehalt von je 400 ℳ beschäftigt. Die ganze Bahnlinie ist in 8 Abtheilungen zu je 64 Kilom. (40 engl. Meilen) getheilt. Jeder Abtheilung steht ein Abtheilungsingenieur (Division Engineer) mit einem jährlichen Gehalt von 10000 ℳ vor. Jede Abtheilung zerfällt wiederum in Sectionen zu je 16 Kilom. (10 engl. Meilen), an deren Spitze je ein Sectionsingenieur (Resident Engineer) mit einem monatlichen Gehalt von 400—480 ℳ steht. Ist eine Section verhältnifsmäfsig sehr grofs, so wird dem Sectionsingenieur noch ein Assistent (Assistent Resident Engineer) überwiesen.

Den Abtheilungen sind überdies je ein Büreau-Secretair und für die ganze Linie ein Telegraphenbeamteter (Telegraph Operator), jeder Section ein Bauaufseher (Rodman) und Hülfsaufseher (Axman) beigegeben. Alle diese Unterbeamten beziehen monatliche Gehälter von 160—200 ℳ

Ein grofses Gewicht wird auf die Materialienverwaltung gelegt. Jede Abtheilung hat einen besonderen Materialienverwalter (Inspector of Masonry). Es werden zu dieser Stellung nur anerkannt tüchtige und zuverlässige Männer gewählt und denselben ein monatliches Gehalt von 480 ℳ gezahlt. Für gröfsere Bauausführungen, z. B. die grofse Brücke über den Ohio, sind dem Abtheilungsingenieur noch je ein besonderer Sectionsingenieur, Bauaufseher und Materialienverwalter beigegeben.

Unter ganz besonderer und sorgfältiger Controle steht die Lieferung und Fabrikation des gesammten Eisenwerkes zu Brücken, der Schienen u. s. w. Aber diese Controle besteht nicht allein, wie so häufig anderwärts, in der Formulirung strenger Contracts-Paragraphen, sondern sie wird thatsächlich und im vollsten Sinne des Wortes geübt. Es sind zu diesem Behufe an den verschiedenen Hauptfabrikationsorten, in vorliegendem Falle zu St. Louis, Chicago und Pittsburg, drei Brückeninspectoren und ein Schieneninspector (inspector of iron bridges — of iron and steel rails) permanent stationirt mit einem monatlichen Gehalt von je 600 M.

Die Verwaltung der Schwellen (cross-ties) liegt zwei Inspectoren mit einem Gehalt von 280 ℳ pro Monat ob. Dem Bau der Tunnel stehen zwei Inspectoren (inspectors of tunnels) mit einem monatlichen Gehalt von 300 ℳ vor. — Die Pflichten und Rechte der obigen Beamten entspre-

chen denjenigen gleicher Beamtenkategorien auf deutschen Bahnen. Hinsichtlich der Materialienverwalter sei nur bemerkt, dafs sie direct dem Oberingenieur untergeordnet sind und ihren Wohnsitz an den Orten haben, welche als Bezugsquellen für die Materialien dienen. Sie empfangen ihre Weisungen von dem Oberingenieur, stehen aber, sobald sie sich auf der Strecke befinden, unter dem Abtheilungsingenieur, der wiederum seine Anweisungen durch den Sectionsingenieur an sie gelangen läfst.

Als eine besondere Pflicht der Abtheilungsingenieure mag hier angeführt werden, dafs ihnen die Führung eines Verzeichnisses der täglichen Barometer- und Thermometerstände, sowie über die Windrichtungen obliegt. Diese Beobachtungen müssen mindestens täglich einmal um 7 [35] Morgens, und wenn es nothwendig erscheint, auch um 12 Uhr und 4 [35] Nachmittags gemacht werden. Ebenso werden Tabellen über Regen und Schneefälle geführt.

Schlufsbemerkungen.

Es ist Thatsache, dafs der Bau der Eisenbahnen, seit G. Stephensons „Rocket“ den Preis gewann, in keinem Lande der Welt mit solcher Energie betrieben worden ist, wie in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Das Jahr 1830 weist 37, die Jetztzeit rot. 120000 Kilometer betriebsfähige Bahnlänge nach. In den Vereinigten Staaten kommen auf je 350, in Deutschland auf je 1680 Einwohner ein Kilometer Bahnlänge; dort kostet ein Kilometer durchschnittlich 150000, in Deutschland 250000 ℳ.

Wenn die amerikanischen Bahnen bei ihrer ersten Anlage über das nackte Bedürfnifs nicht hinausgehen, so läfst sich daraus ein Vorwurf gegen sie kaum herleiten. Bei uns verfolgen die Bahnen den Zweck, Stätten der Cultur zu verbinden, dort fällt ihnen die wichtigere und schwierigere Aufgabe zu, ein weites wildes Land der Cultur zu erschliefsen. In Amerika erstrebt man das Nothwendige, bei uns das Vollkommene, und die Frage, ob wenige, aber vollkommene oder viele, aber verbesserungsfähige Bahnen, hat der eminent practische Sinn der Amerikaner zu Gunsten der letzteren Alternative entschieden. Es wird daher die Entscheidung darüber, was wir aus dem Bau der amerikanischen Bahnen lernen und was wir daraus direct auf unsere Verhältnisse übertragen können, reiflicher Erwägung bedürfen und trotzdem vielleicht zu geringen practischen Resultaten führen, weil eben jene Bahnen auf Grund anderer Vorbedingungen, ja anderer technischer Anschauungen hergestellt sind, als die unsrigen.

Abgesehen davon, in wieweit eine mindestens probeweise Einführung bei einzelnen deutschen Bahnverwaltungen nicht schon stattgefunden hat, können zur unbedingten Annahme empfohlen werden:

1) die $9,_0$ m lange Schiene;
2) die durch Winkellasche verstärkte Stofsverbindung;
3) die Construction grofser Drehscheiben mit Rollenkranz.

Von der dichten Schwellenlage wird hierbei abgesehen, weil in dem eisernen Oberbau ein besserer Ersatz gefunden sein dürfte.

Verfasser kann diese Zeilen nicht schliefsen, ohne die aufserordentliche Zuvorkommenheit hervorzuheben, mit welcher die amerikanischen Bahningenieure ihren europäischen Collegen überall bei Bereisung dortiger Bahnen entgegengekommen sind. Zu ganz besonderem Danke fühlt er sich persönlich verpflichtet den Herren Chef-Ingenieuren Lorenz von der Philadelphia-Reading- und Becker von der Pan-Handle Bahn.

Breslau, im October 1876. Blanck.

Gutachten, betreffend die Wirkungen des Blitzschlages beim Schulhause zu Elmshorn am 20. April 1876.

1) Gutachten des Dr. L. Meyn.

Das Schulhaus ist ziemlich neu, von Brandmauern mit Ziegeldach, zweistöckig, mit hohen luftigen Räumen, daher alle Gebäude der Nachbarschaft überragend.

Das Haupt-Schulzimmer reicht durch die ganze Tiefe des Hauses von der Strafse bis an den Hof. Seine mit Gypsdecken versehenen Balken werden durch einen von der Strafsenmauer bis zur Hofmauer reichenden hölzernen Träger in der Mitte unterstützt, welcher letztere durch zwei gufseiserne Säulen gestützt wird, die inmitten der Schulbänke stehen. Die Enden des Trägers sind mit den Aufsenmauern mittelst eiserner Anker verbunden. Da, wo die Ankerkreuze auf den Mauern liegen, sind letztere durch 2 Fufs breite, einen Viertelstein starke Pfeiler verstärkt. In den Winkeln dieser liegen auf der Strafsen- wie auf der Hofseite Abflufsrohre für Regenwasser von Zinkblech in Verbindung mit der Dachrinne. In dem östlichen Winkel des qu. Pfeilers auf der Hofseite ist die Leitung des neuen, erst im vorigen Jahre genau nach den öffentlich gegebenen Vorschriften angelegten Blitzableiters heruntergeführt, bestehend aus einem Kupferdrahtseil von 250 Gramm Gewicht per Meter, welches durch die Erde bis in den nahen Brunnen geführt ist, auf dessen Boden die Leitung mit einer Kupferplatte im tiefen Wasser endigt. Die Leitung war, wo sie dem Ankerkreuz vorbeiführt, mit demselben durch einen hin- und hergeführten, also zwiefach dicken Kupferdraht verbunden, ebenfalls wo sie sich um die Dachrinne bog, war sie mit der letzteren durch einen solchen doppelten Draht in leitende Verbindung gebracht.

Der Blitzschlag hat nun folgende Wirkungen gehabt:

Im Brunnen, wo die Leitung endet, hat er das Wasser getrübt, von der auf dem Hof befindlichen Dachrinne ist er in Mannshöhe herausgeschlagen, schräge in die Erde hinein, vom Brunnen, in welchem genügende Ausgleichung stattfand, ziemlich weit entfernt. An der Stelle, wo er das Abfallrohr verliefs, hat er einen senkrechten Spalt gemacht, dessen Ränder nach aufsen gebogen sind, zum Beweise, dafs er dort aus- und nicht eingefahren.

Auf der entgegengesetzten Seite des Hauses ist der Blitz ebenfalls aus der Dachrinne, oder aus deren unterstem Ende, schräge wie das Wasser läuft, in das Steinpflaster gefahren und hat dasselbe gelockert. In dieses Rohr eingetreten ist er sichtlich durch das nahe dabei befindliche Ankerkreuz, wobei das Rohr eine nach innen gedrückte Beule erhalten hat.

Geneigte Ebene in dem Kohlenrevier der Philadelphia-Reading-Eisenbahn.

Kohlenbahnhof
der
Philadelphia-Reading-Eisenbahn
im Hafen
Richmond
zu
Philadelphia.

Längenprofil.

Grundriſs des Maschinenhauses.

Längenprofil des unteren Endes der Ebene.

Querprofil eines Geleises.

Schieber.

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Zapfen einer Drehscheibe von W. Seller.
Ansicht von oben.

Halle der Baltimore-Ohio-Bahn zu Philadelphia.

Zapfen einer Drehscheibe von W. Seller.
Querschnitt.

Rollenkranz zum von W. Seller

Drehscheibenzapfen in doppelt. Maafsst.

In Folge der Weltausstellung neu angelegter Theil des Bahnhofs der Pennsylvania-Bahn in Philadelphia.

Alter Bahnhof.

Halle für abfahrende Züge.

Halle für ankommende Züge.

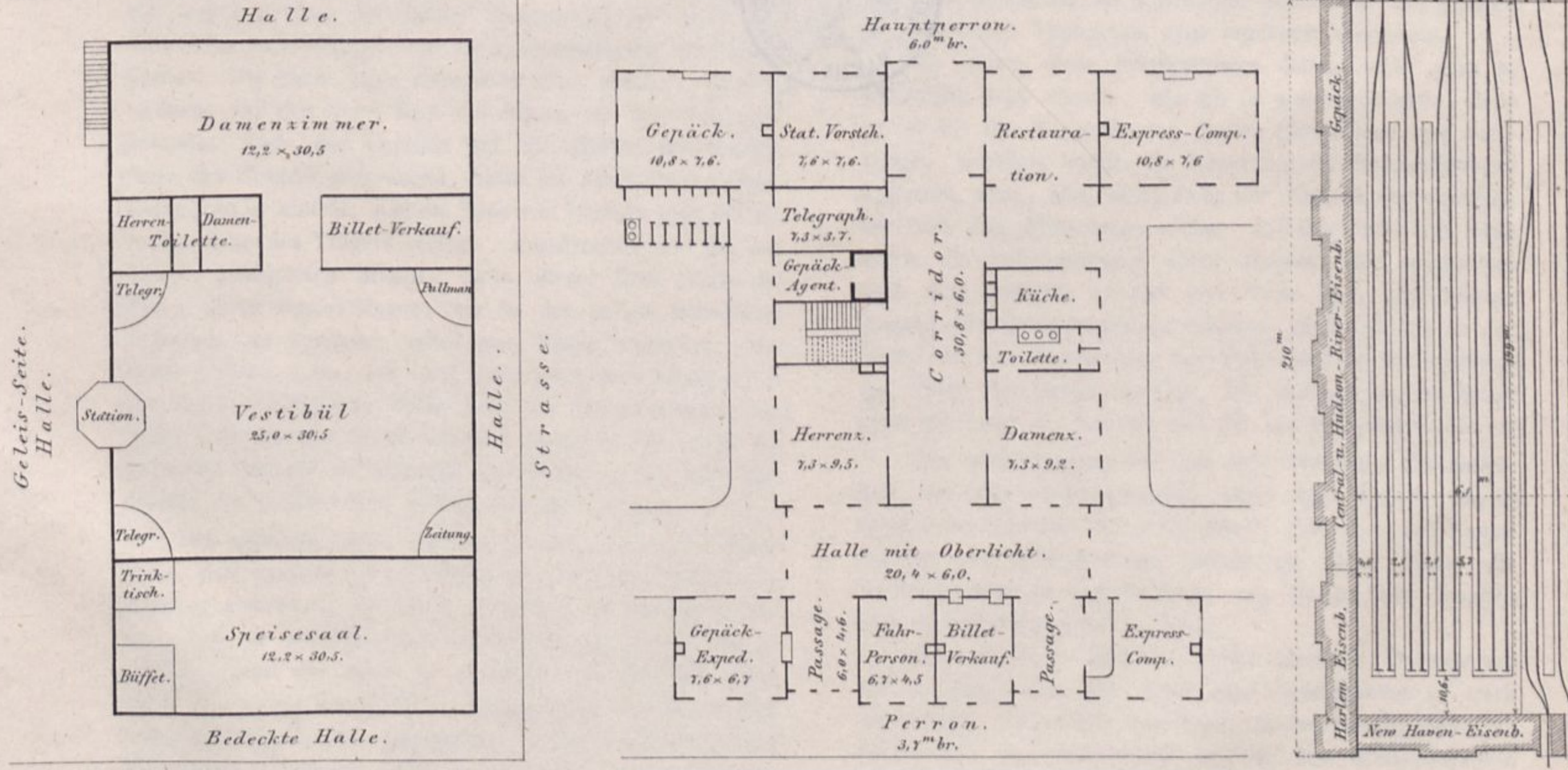
Gepäck. Post. Empfangsgeb. Gepäck. Vorplatz.

Arch Street.

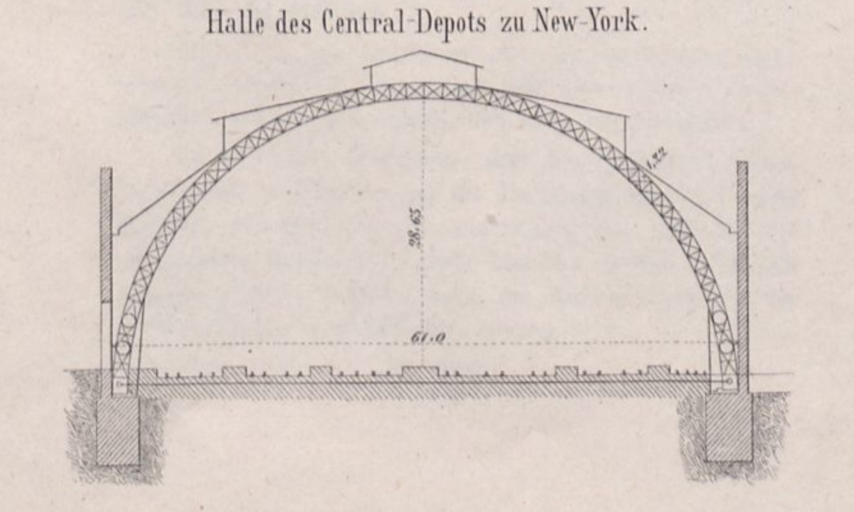
Personenstation der Pennsylvania-Bahn in Philadelphia.

Empfangsgebäude zu Reading.

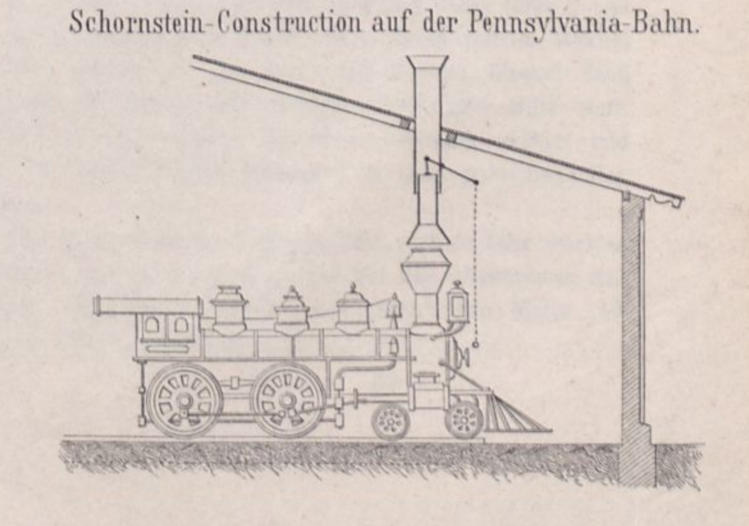
Central-Depot zu New-York.



Halle des Central-Depots zu New-York.



Schornstein-Construction auf der Pennsylvania-Bahn.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

Da nun an der Hofseite die Verbindung der Dachrinne mit der Leitung bei dem Uebergange auf erstere verflüchtigt war und ebenfalls die gleiche Verbindung mit dem Ankerkreuz verflüchtigt war, so war ersichtlich ein Zweig des Blitzes von einem Ankerkreuz zum anderen durch die ganze Tiefe des Hauses gegangen, und man mufste eine verborgene eiserne Stange als durchgehenden Anker vermuthen.

Der innere Anblick der Schule lehrte aber Anderes.

Von einem Ankerkreuz bis zum anderen war das Drahtgewebe der Gypsdecke die Leitung gewesen. Vom Eintritt bis zur ersten eisernen Säule befand sich an der linken Seite des Trägers eine Zone, wo 2 bis 3 Eisendrähte ziemlich verflüchtigt oder verbrannt waren, in Folge dessen auf dieser Zone die ganze Decke abgesprengt war. Ihr parallel ging eine breitere Zone, in der nur einzelne Nagelköpfe den Putz unter sich abgestofsen hatten. Auf der rechten Seite des Trägers war nur eine solche Zone von Nagelkopflöchern.

Bei der ersten eisernen Säule war ein Theil des Blitzes schräge in das Capitäl gefahren und hatte dabei den Bleiweifsgehalt der Farbe des Trägers in Schwefelblei verwandelt. Der Rest des Blitzes war an derselben Seite des Trägers weiter gegangen, hatte aber jetzt nur noch an den Nagelköpfen Löcher gemacht. Bei der zweiten Säule war ein fernerer Theil des Blitzes abgezweigt, und zwar halb senkrecht, halb schräge, wie die Farbenänderung am Träger bewies. Die Säule hatte noch nicht Alles abführen können, vielmehr war der letzte Rest des Blitzes aus dem entgegengesetzten Ende des Capitäls auf die Drähte der rechten Seite des Trägers gesprungen, hatte ein Stück Decke abgerissen, wo er eintrat, und die Zone von Löchern jetzt auf die rechte Seite des Trägers verlegt. Angekommen bei der zur Strafse gewendeten Mauer, hatte dieser Rest theils die Mauer direct durchschlagen, um in das aufsen befindliche Abfallrohr zu kommen, wobei zwei Fugen ausgefegt, eine Beule und ein Loch, mit nach innen gebogenen Rändern, in der Röhre entstanden, theils hatte er das Ankerkreuz benutzt, und war aus dessen nächster Spitze in das Abfallrohr gefahren, wodurch er abermals eine Beule in das Rohr gedrückt, die bereits oben vorläufig erwähnt worden.

Der Blitz hat also, obgleich er eine kupferne Leitung hatte, sich schon bei den Dachrinnen einmal abgezweigt, den Zinkweg genommen und ist in demselben so gewaltig gewesen, dafs er aus Mannshöhe schon herausgefahren, um in schräger Linie die Erde zu erreichen. Er hat sich dann durch die höchst mangelhafte Leitung eines eisernen Drahtnetzes für Gypsdecken abgezweigt, um sich nochmals in zwei Eisensäulen theilweise abführen zu lassen, um endlich mit doppeltem Einschlag in das Abfallrohr auf der Strafsenfront sein Ende zu erreichen.

Daraus ist klar ersichtlich, dafs die Hauptleitung ungenügend gewesen ist, indem nur sehr unbedeutende Nebenleitungen erforderlich wurden, den Blitz zu neutralisiren.

Es ist ferner ersichtlich, dafs der verdunstete Draht, welcher das Ankerkreuz und die Dachrinne mit der Leitung verband, für diesen Zweck ungenügend war, und dafs die senkrechten Metallmassen nicht blos am oberen Ende mit dem Hauptleiter, sondern auch am unteren Ende mit der Erdfeuchtigkeit verbunden sein müssen.

Dafs die Leitung ungenügend war, geht noch handgreiflicher daraus hervor, dafs sie vor den Abzweigungen zweimal durch glühende Verflüchtigung unterbrochen wurde, und zwar zuerst da, wo sie die hohle Auffangestange verliefs, also die Leitung allein übernahm, wobei sie so heifs wurde, dafs die Gasröhre dem Verbindungs-Auge mit der Leitung gegenüber eine Aufblähung erfahren hat. Zum zweiten Male ist die Leitung glühend geworden und verflüchtigt, wo sie um die Dachrinnen liegend die erste Abzweigung des Blitzes in die Dachrinne erfuhr, so dafs über ihre höchst ungenügende Dicke gar kein Zweifel hat bleiben können.

Dabei ist zu erwägen, dafs die Blitzschläge im Frühling von besonderer Heftigkeit zu sein pflegen. Mein Rath in Betreff des Gebäudes ist: Verstärkung der Leitung bis auf den zwiefachen Durchmesser, verstärkte Verbindung mit der Dachrinne, starke leitende Verbindung mit den Capitälen beider eisernen Säulen und ableitende Verbindung des Fufses beider Säulen nach der Strafsenseite, wo dieser Strang mit Hülfe eines Abessinier-Brunnens in die feuchte Tiefe zu senken ist. gez. L. Meyn.

2) Gutachten des Professors G. Karsten.

Der Königl. Regierung beehre ich mich im Folgenden, über den Blitzschlag im Sandberger Schulhause zu Elmshorn die ermittelten Thatsachen ganz ergebenst vorzulegen.

Es haben diese Ermittelungen leider nicht ganz so vollständig sein können, wie ich es gewünscht hätte, denn es ist mir die Nachricht von diesem Blitzschlage erst zugegangen, nachdem bereits die Reparatur der Beschädigungen begonnen hatte, also nicht mehr der Zustand wie unmittelbar nach dem Blitzschlage vorlag. Indessen habe ich theils durch die Aufzeichnungen eines Mannes, der unmittelbar nach dem Ereignifs an Ort und Stelle war, eine genaue Angabe aller Beschädigungen erhalten, theils bin ich in den Besitz der zur Beurtheilung des Falles in Betracht kommenden Theile der Leitung gelangt. Die beifolgende rohe Skizze giebt die Lage der Leitung und die Beschädigungsstellen an.

Die Auffangespitze war von sehr schlechter Beschaffenheit, sie trug einen stumpfen Kegel ohne Spitze, wie es scheint nur überlegt mit einem Blech. Die erste und Hauptfunction des Blitzableiters, durch die feine Spitze die Luftelektricität zu neutralisiren, war durch diese mangelhafte Construction schon verfehlt.

Die in einer eisernen Röhre liegende Drahtleitung der Auffangestange war durch eine Prefsschraube so stark angedrückt, dafs sogar eine Beule in das eiserne Rohr gedrückt war; an dieser Stelle fand bei dem Blitzschlage die erste Zerreifsung des Drahtes statt.

Die Leitung ging von dort über das Dach hinweg und war an der Unterkante scharf unter einem spitzen Winkel nach der Mauer zu gezogen. An diesem Winkel fand die zweite Zerstörung des Drahtes durch den Blitz statt. Die Leitung war sodann die Mauer entlang geführt und endete in einer kleinen Erdplatte in dem nahe liegenden Brunnen.

Der ganze kupferne Leitungsdraht variirte sehr stark in der Dicke, und zwar zwischen der bei den allgemeinen Anleitungen empfohlenen Stärke von 240 g pro Meter bis herab zu 155 g pro Meter.

Dicht neben der Leitung an der Mauer befand sich die Ablaufrinne für das Regenwasser. Diese war mit einem losen, kaum 2 mm starken Draht mit der Ableitung verbunden.

Ferner ging die Leitung bei den Köpfen eines grofsen eisernen Trägers, der quer durch das Haus gezogen war, vorbei. Auch dieser Träger war nur durch einen dünnen Draht mit der Ableitung lose (nicht einmal verlöthet) verbunden.

Der Wasserabfall führte in eine Wassertonne, welche das überfliefsende Wasser in einen benachbarten kleinen Stall ergofs, in welchem nach dem Blitzschlage ein Meerschweinchen todt gefunden wurde.

Die Zerstörung im Hause bestand im Wesentlichen darin, dafs die parallel dem Träger liegenden Eisendrähte des Deckenputzes zerschmolzen sind und der Deckenputz zerstört ist und ferner die Wand an der der Blitzableitung gegenüber liegenden Seite durchlöchert wurde.

Hiernach erscheint der Gang der elektrischen Entladung sehr klar, und ist meines Erachtens die Ursache der angerichteten Zerstörungen unzweifelhaft, nämlich der mangelhaften Anlage der Leitung zuzuschreiben. Nebenbei beweist aber dieser Fall dennoch die schützende Wirksamkeit gut leitender Substanzen gegen Entzündung durch den Blitz.

Der Gang der Entladung ist folgender gewesen: Die mangelhafte Spitze strömte nicht genügend die der Wolken-Elektricität entgegengesetzte Elektricität aus, um die Schlagweite bis zur Verhinderung des Blitzes herabzusetzen; es erfolgte die Ausgleichung durch den Schlag, und war es nun die Aufgabe der Leitung, die Elektricität (je nach der Ansicht die der Erde oder die der Wolke) unschädlich für die benachbarten Körper durch die Leitung hindurchzuführen. Hier waren es mehrere Umstände, die die vollständige Herbeiführung dieses Resultats verhinderten.

1) Die ungleiche Stärke der Ableitung, wodurch an den schwächeren Stellen eine Anhäufung der Elektricität bewirkt wurde. — Dies war namentlich der Fall an den beiden Zerreifsungsstellen. Oben in der Auffangestange war durch das gewaltsame Anpressen der Schraube der Draht geschwächt. Ebenso bei der Rinne, wo aufserdem die scharfe und ungünstige Spannung die Zerreifsung des Drahtes begünstigte, wie dies experimental leicht nachzuahmen ist: ein an einer Stelle scharf geknickter Schliefsungsdraht der Batterie wird an dieser Stelle zuerst zerrissen.

Ein Stück der Leitung von dieser Stelle, welches sich in meinem Besitz befindet, wiegt knapp 160 g pro Meter.

2) Dicht neben dieser mangelhaften Ableitung befanden sich zwei Nebenleitungen:

a) die Anker mit den eisernen Trägern und Säulen,

b) die Wasserrinne,

beide ganz unvollkommen mit der Leitung verbunden.

Der elektrische Vorgang in diesen beiden Leitungen kann wissenschaftlich verschieden aufgefafst werden, das Resultat kommt auf dasselbe hinaus.

Entweder nimmt man an, die Entladung habe sich in drei Zweige getheilt: 1) Leitung, 2) Träger etc., 3) Wasserrinne etc. (Dies scheint die in den öffentlichen Blättern ausgesprochene Meinung des Herrn Dr. Meyn zu sein.)

Oder man nimmt an, dafs der Fall der sogenannten Seitenentladung und des Rückschlages vorliegt: eine Elektricitätsbewegung, welche dadurch eintritt, dafs in einer Leitung Elektricität fliefst und hierdurch in benachbarten Leitern momentane Ströme hervorgerufen werden.

Meiner Ansicht nach ist das Letztere hier anzunehmen, und zwar deshalb, weil sonst am Ende der Nebenleitungen Zerstörungen im Erdreich hätten bemerkbar sein müssen, was nicht der Fall ist.

Uebrigens ist dies für den Erfolg gleichgültig. Da die beiden Nebenleitungen nicht genügend mit der Hauptleitung verbunden waren, so konnte entweder, wenn die letztere mangelhaft war, eine Zertheilung der elektrischen Strömung erfolgen (erste Ansicht), oder es mufste in den Nebenleitungen ein Inductionsstrom entstehen, der bei mangelhafter Verbindung mit der Hauptleitung die von ihm durchflossenen Nebenleitungen gefährdete (zweite Ansicht). Soweit die Nebenleitung von guten Leitern gebildet ist, ebenso weit reicht auch die Wirkung. So wurde das Meerschweinchen getödtet, da das Wasser aus der Rinne und der überfliefsenden Wassertonne bis zum Stall hin einen, die Elektricität leitenden Weg bildete.

Die Wirkungen wären vermieden worden, wenn die leitenden Theile des Gebäudes mit der (gut construirt vorausgesetzten) Hauptleitung durch eine gleich gut leitende Verbindung in Zusammenhang gebracht gewesen wäre.

Dafs die elektrischen Strömungen nur den guten Leitern auf die verschiedenen Stellen gefolgt sind, dafs keine anderen Beschädigungen als im Wege dieser Leiter stattfanden, beweist bei alledem die Nützlichkeit der Blitzableitung.

Das Ereignifs giebt nur abermals Veranlassung, darauf zu dringen, dafs die Blitzableitungen mit dem nöthigen Verständnifs angelegt werden müssen, und dafs es wünschenswerth ist, die Anlagen von Sachverständigen untersuchen zu lassen. — — —

Kiel, den 19. Juni 1876.

gez. G. Karsten.

3) Gutachten der Königlichen Akademie der Wissenschaften.

Eure Excellenz haben unter dem 11. November d. Js. — G. III 6328 U I — der Königlichen Akademie der Wissenschaften Berichte und Gutachten über den Blitzschlag, der am 20. April d. Js. das mit einem Blitzableiter versehene Schulhaus zu Elmshorn getroffen hat, mit der Aufforderung zugehen lassen, sich ebenfalls gutachtlich über diese Angelegenheit zu äufsern.

Indem die Akademie unter Zurückgabe der Anlagen dieser Aufforderung nachkommt, glaubt sie hauptsächlich einen Punkt hervorheben zu müssen, der nach den mitgetheilten Gutachten als nebensächlich erscheint, dessen Nichtbeachtung sie aber für den Hauptgrund der Beschädigungen hält, die der in Rede stehende Blitzschlag hervorgerufen hat, und der bei sehr vielen Blitzableiter-Anlagen nicht genügend berücksichtigt wird.

Aus dem Umstande, dafs der Blitz an zwei Stellen die Leitung zerrissen hat, ist unzweifelhaft zu schliefsen, dafs diese einen zu kleinen Querschnitt besafs; schwerlich aber hat dieser Umstand etwas beigetragen zu den übrigen Zerstörungen des Schlages. Die Zerreifsungen beeinträchtigen die Wirkung der Leitung bei späteren Blitzen, nicht aber bei den späteren Phasen des Blitzes, der sie erzeugte, da die Lücken bei ihrer Entstehung mit glühenden Dämpfen sich füllen, die für den Augenblick die Rolle des Metalls

zu übernehmen vermögen. Für den Strom, der in das Innere des Gebäudes drang, erschienen dieselben um so mehr als gleichgültig, da dieser an einer tieferen Stelle erst sich abzweigte, an einer Stelle also, deren Verbindung mit der Erde durch sie nicht beeinflufst wurde. Dafs ein Zweigstrom sich bildete, war eine Folge davon, dafs diese Verbindung von Anfang an nicht genügte; der Grund hiervon ist aber weniger in dem zu geringen Querschnitt der metallischen Leitung, als darin zu suchen, dafs das Ende dieser Leitung, die Metallplatte im Brunnen, zu kleine Dimensionen besafs. Diese Dimensionen sind freilich in keinem der Berichte angegeben, in einem derselben ist aber von einer „kleinen Erdplatte“ die Rede, und man darf wohl annehmen, dafs ihre Gröfse ein Quadratmeter nicht überstieg. Setzt man diese Gröfse voraus und legt einen mittleren Werth der Leitungsfähigkeit des Brunnenwassers zu Grunde, so zeigt ein ungefährer Ueberschlag, dafs der Widerstand, den die Elektricität zu überwinden hatte, um von der Erdplatte aus so weit in der Erde vorzudringen, dafs ihre Spannung verschwunden war, etwa das 20fache von dem Widerstande der metallnen Leitung betrug. Von der Summe dieser beiden Widerstände hängt hauptsächlich die Wirkung des Blitzableiters ab in der Art, dafs, je kleiner die Summe, um so sicherer der Schutz ist. Es gewährt wenig Nutzen, den kleineren der beiden so ungleichen Summanden noch mehr zu verringern; dagegen ist es von der gröfsten Wichtigkeit, den gröfseren zu schwächen, und das geschieht, wenn die Erdplatte vergröfsert wird. Kann man sie, wie in Elmshorn, in einen Brunnen versenken, so sollte man sie mindestens 5 Quadratmeter grofs wählen; im feuchten Erdreich müfsten ihre Dimensionen noch erheblich gröfser sein. Mit einer kleinen Platte*) reicht man aus, wenn man sie in einen Haufen Coaks legt, der in einen Brunnen oder in ein tiefes Loch im feuchten Erdboden geschüttet ist. Die beste Ableitung zur Erde erhält man, wenn stärkere eiserne Röhren einer Wasser- oder Gas-Leitung in der Nähe des zu schützenden Hauses vorhanden sind, indem man diese mit dem Blitzableiter verbindet; für diese Leitungen ist dabei nicht die mindeste Gefahr vorhanden.

In der ungenügenden Ableitung der Elektricität zur Erde sieht die Akademie den Hauptgrund der Beschädigungen, welche der Blitzschlag in dem Schulhause zu Elmshorn hervorgerufen hat. Als ein wesentliches Moment kam aber noch der Umstand hinzu, dafs der Elektricität eine unvollkommene Leitung durch den mit der Hauptleitung verbundenen Anker und die Drähte des Deckenputzes zu den eisernen Säulen des Schulzimmers und der Regenrinne an der gegenüberliegenden Wand geboten war. Diese ausgedehnten Metallmassen hätten mit der Hauptleitung, und zwar an ihrem unteren Ende, verbunden oder direct zur Erde abgeleitet sein sollen; der Anker dagegen war isolirt zu lassen und die Leitung in gröfserer Entfernung von ihm zu führen.

Neuerdings werden die Leitungen der Blitzableiter gewöhnlich aus Kupfer gefertigt; verschiedene Gründe aber sprechen dafür, statt dieses Metalls Eisen zu benutzen, wie es früher geschah. Eine Eisenleitung mufs, wenn sie denselben Widerstand als eine kupferne haben soll, einen 7mal so grofsen Querschnitt besitzen. Auch dann aber sind die Kosten bei jener geringer als bei dieser. Dabei schmilzt jene erst bei höherer Temperatur, erwärmt sich weniger, wenn sie von einem Blitze getroffen wird, und ist weniger der zufälligen oder böswilligen Beschädigung ausgesetzt. Diesen Vorzügen des Eisens gegenüber läfst sich die Anwendung des Kupfers in keiner Weise motiviren. Nach den zahlreichen Erfahrungen zu schliefsen, die über Blitzschläge vorliegen, die eiserne Telegraphendrähte getroffen haben, dürfte bei einer eisernen Leitung ein Querschnitt von 1, höchstens 2 Quadratcentimetern in allen Fällen genügen.

Aus welchem Metall die Spitze der Auffangestange verfertigt wird, ist als ziemlich gleichgültig für die Wirksamkeit des Blitzableiters zu betrachten; denn, welches auch ihre Beschaffenheit sein möge, sie wird doch nichts Erhebliches zur Entladung eines so mächtigen Conductors beitragen können, wie eine grofse Gewitterwolke ihn bildet. Auch die Spitze in Elmshorn hat ihren Zweck vollständig erfüllt, da sie den ganzen Blitzschlag aufgenommen hat. Dieselbe aus Platin herzustellen kann nicht empfohlen werden.

Berlin, den 14. December 1876.

Die Königliche Akademie der Wissenschaften.

gez. E. du Bois-Reymond. Kummer. Mommsen.

*) Es wird sich, um an Kosten zu sparen, empfehlen, kleine Platten von höchstens 1 □m Gröfse anzuwenden, welche mit Coaks umhüllt werden und, aus Gufseisen bestehend, dem Rosten weniger ausgesetzt sind. Die Anwendung der weiter oben in Vorschlag gebrachten grofsen Platten, welche schon, die Möglichkeit der Versenkung in einen wasserreichen Brunnen vorausgesetzt, im vorliegenden Falle, wo es sich um Sicherung eines kleinen Schulhauses gegen Blitzschlag handelt, mindestens 5 □m grofs gemacht werden soll, würde so unverhältnifsmäfsig grofse Kosten verursachen, dafs dann vielfach von der Anlage von Blitzableitern überhaupt Abstand genommen werden müfste. Dies würde um so mehr der Fall sein, als eine derartige Schutzvorrichtung nur dann von Werth ist, wenn sie bei hinreichend sorgfältiger Ausführung regelmäfsig einer Prüfung auf galvanischem Wege, welche oft schwer ausführbar ist, unterzogen wird. Anm. d. Red.

Mittheilungen aus Vereinen.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 20. Februar 1877.

Vorsitzender Hr. Hartwich, Schriftführer Hr. Streckert.

Herr Oberstlieutenant Golz des Eisenbahnregiments, welcher in den letzten Monaten des verflossenen Jahres eine Studienreise in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika ausgeführt hat, besprach in einem längeren, durch viele grofse Zeichnungen sehr anschaulich gestalteten Vortrage das nordamerikanische Eisenbahnwesen. Mittheilung des wesentlichsten Inhaltes dieses Vortrages wird im nächsten Hefte dieser Zeitschrift erfolgen.

Versammlung am 20. März 1877.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Wiedenfeld beschrieb die Ausführung einer Tief-Brunnenanlage auf dem Bahnhofe der Berlin-Anhalter Eisenbahn, welche nothwendig wurde, weil das zur Speisung und Reinigung der Locomotiven erforderliche Wasserquantum aus den städtischen Wasserwerken nicht abgegeben werden sollte. Zunächst wurde ein Brunnen in gewöhnlicher Weise gesenkt, dessen Wasser jedoch bei der Untersuchung in 1 kb^m 282 Gramm Kesselsteinstoffe, unter denen sich 159 Gramm Gyps befanden, enthielten. Da Wasser, welches pro kb^m mehr als 500 Gramm Kesselsteinstoff oder auch bei weniger Gramm desselben mehr als 100 Gramm Gyps enthält, zur Speisung der Maschinen ungeeignet ist, so konnte eine Verwendung des gewonnenen Wassers im ungereinigten Zustande nicht stattfinden. — Auf Grund der in Berlin an anderen Stellen gemachten Erfahrungen, dafs im Diluvium reineres Wasser sich vorfand, und im Verfolg einer Aeufserung des Dr. Ziurek, dafs sich in einer Tiefe von etwa 100 Fufs gypsfreies Wasser finden würde, wurde das Aluvium durchbohrt. Hierbei stellte man fest, dafs das Wasser

bei 7^m	Tiefe 581 ^{g}	Kesselsteinstoff	u. hierunter 385 ^{g}	Gyps,
- 15^m	- 572	-	-	319	-
- 20^m	- 621	-	-	391	-
- $22_{,5}{}^m$	- 565	-	-	367	-
- 25^m	- 561	-	-	334	-
- 28^m	- 564	-	-	333	-
- 35^m	- 237	-	-	7	-

enthielt und also nicht nur vorzügliches Kesselwasser, sondern auch ein gutes Koch- und Trinkwasser war. Die Untersuchung der zu Tage geförderten Sandproben ergab, dafs in 1000 Kilogr. 5 Gramm Gyps, 21900 Gramm kohlensaurer Kalk und 4600 Gramm Eisenoxydul enthalten waren.

Auf Grund dieser Resultate wurde dem Brunnenmacher Starke aus Bremen die Senkung eines Tiefbrunnens unter der Bedingung übertragen, dafs der Brunnen in 10 Stunden 360 kb^m (in einer Secunde 10 Liter) Wasser liefern müsse, wobei das Wasser nicht tiefer als 6^m unter dem Saugeventil sinken und keinerlei Schlagen der Ventile oder gar ein zeitweises Versagen der Pumpen eintreten dürfe. Der Unternehmer sollte für die gute Herstellung der Brunnenanlage bei einer Garantiezeit von 6 Monaten den Betrag von 20000 Mark erhalten. Derselbe führte den Brunnen in der Weise aus, dafs zunächst ein schmiedeeisernes Rohr von 433^{mm} Durchmesser mit 4^{mm} Wandstärke 10^m tief, in dieses ein gleich starkes von 385^{mm} Durchmesser 20^m tief, hierin ein ebenso starkes von 325^{mm} Durchmesser, sodann ein eben solches von 275^{mm} Durchmesser bis auf die Tiefe von $37_{,5}{}^m$ hinuntergetrieben wurde. Das Eintreiben der Rohre geschah durch Vorbohren mit einem etwas gröfseren Erdbohrer als gewöhnlich, und demnächstiges Einrammen mit einem hohlen Rammbär auf ein um die Rohre gelegtes Geschlinge. In das letzte, 275^{mm} weite Rohr wurde darauf das eigentliche Brunnenrohr von 205^{mm} Weite, ebenfalls aus Schmiedeeisen, mit 5^{mm} Wandstärke, hinabgesenkt und dann das 275^{mm} weite Rohr wieder um ca. 6^m hoch gezogen, so dafs der untere Theil des Brunnenrohres, welcher als Saugekopf in der Höhe der untersten 6^m mit einer grofsen Anzahl von Löchern durchbohrt und mit mehrfachen Lagen feinen Messingdraht-Gewebes umgeben ist, nun in unmittelbare Berührung mit den umgebenden Erdschichten trat.

Das Brunnenrohr ist aufsen, die Schutzrohre sind aufsen und innen mit einem Asphalt-Ueberzuge versehen. Die einzelnen Rohre sind wasserdicht vernietet. Die Zwischenräume der verschiedenen Schutzrohre wurden schliefslich mit Cement ausgegossen.

Nach Vollendung wurde zur Erprobung der tüchtigen Ausführung aus dem Brunnen während eines Tages ununterbrochen das vorgeschriebene Wasserquantum gefördert; das Resultat war in jeder Beziehung zufriedenstellend und hat sich bis jetzt seit ca. 6 Monaten keinerlei Mifsstand herausgestellt. Die Herren Frischen und Steuer bestätigten, dafs in Berlin bei anderen Brunnenanlagen, z. B. auf dem Hofe der Kaiser-Franz-Kaserne etc., in einer gröfseren Tiefe, pp. 26^m, sehr gutes Wasser in ausreichender Quantität in einer mächtigen groben Kiesschicht gefunden worden sei.

Die Frage des Herrn Möller, warum das Wasser für Berlin nicht aus dem Diluvium, welches, wie hiernach constatirt, gutes Wasser liefere, entnommen, sondern aus Tegel nach hier geleitet werde, gab zu einer eingehenden Besprechung Anlafs, an welcher sich die Herren Wedding, Steuer, Wiedenfeld, Quassowsky, Hartwich, Weishaupt, Frischen, Orth und Gill betheiligten. Das Resultat der Erörterung war, dafs die stark wechselnde Beschaffenheit des Untergrundes bei sehr verschiedenartiger Lagerung der Erdschichten nicht überall in bestimmter Tiefe gutes Wasser vorfinden lasse; dafs über der sich durchweg in gröfserer oder geringerer Tiefe vorkommenden Thonschicht fast überall unbrauchbares Wasser findet, während andererseits auch in den Tertiärschichten Wasser von schlechter Qualität gefunden worden sei. Zur Erlangung eines guten Wassers sei bei Anlage von Brunnen die Bohrung sehr vorsichtig auszuführen, so dafs das schlechtere Wasser der oberen Schichten von dem guten Wasser der tiefer liegenden Schichten fern gehalten werde. Der bedeutende Bedarf an gutem Wasser habe hiernach eine Anlage, wie diejenige in Tegel, nothwendig gemacht, bei welcher ein Wassermangel niemals vorkommen würde; die Bohrungen am Tegeler See hätten auf einer Länge von 1600^m nirgends Thon, sondern nur Sand und magere thonartige Masse ergeben. Die Brunnen sind 24^m tief, in welchen 3 Saugrohre von je 3^{cm} Durchmesser ein continuirliches Saugrohr bilden, welches auf 9^m Höhe saugt.

Herr Hartwich hält es für zweckmäfsiger, wenn das gute, auf grofse Entfernungen hergeleitete Wasser nur für den Wirthschaftsbedarf, zur Strafsenreinigung das schlechtere, aus den oberen Erdschichten zu pumpende Wasser verwendet würde, während Herr Gill der Ansicht ist, dafs hierzu eine doppelte Rohrleitung nothwendig sei, deren Anlagekosten bedeutend sein würden. —

Herr Frischen erläuterte an einem Modell die Construction des Pulsometers, dessen Wirkung seither Vielen unerklärlich gewesen. Die günstigen Resultate glaubte er darin zu finden, dafs der in den einen Theil eintretende Dampf die Luft nicht gleichzeitig vollständig heraustreibe, sondern einen nicht geringen Theil derselben comprimire, so dafs sich zwischen dem eintretenden Dampf, welcher sich

durch die Form des Pulsometers nach unten schnell verbreitere, und dem Wasser eine comprimirte Luftmasse bilde. Durch diese werde dann ein gleichmäfsigerer Druck auf die Wasserfläche ausgeübt, als dies durch eine directe Einwirkung des Dampfes geschehen könnte. Die fortwährende Condensirung des Dampfes verlange einen gröfseren Dampfverbrauch als eine Dampfmaschine von gleicher Pferdekraft, und sei deshalb der Kohlenverbrauch bei Anwendung eines Pulsometers wesentlich höher.

Während die Herren Gust, Hoppe, Weidmann, Wiedenfeld, Frischen die vorstehenden Mittheilungen theils bestätigten, theils zu widerlegen versuchten, wobei auch die nach unten sich verbreiternde Form des Pulsometers für die günstige Wirkung desselben angeführt und die verschiedenartige Anwendung besprochen wurde, verweist Herr Behrens auf die über die Wirkung und insbesondere über die Form des Pulsometers gemachten Versuche, welche vom Ingenieur Schaltenbrandt hier im Auftrage des Vereins Deutscher Ingenieure angestellt worden seien und demnächst veröffentlicht werden würden. Dieselben liefsen ersehen, dafs die cylindrische Form dieselbe Wirkung hervorbringe. —

Auf Antrag des Herrn Streckert wurde einstimmig beschlossen, einen Fragekasten, wie solcher in anderen ähnlichen Vereinen vorhanden sei, an jedem Versammlungsabend im Vereinslocal aufzustellen. Die Beantwortung der gestellten Fragen, welche das Gesammt-Eisenbahnwesen umfassen könne, soll wenn thunlich an demselben Abend stattfinden. —

In üblicher Abstimmung wurden sodann die Herren Schmitt, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Eduard Scotti, Königl. Eisenbahn-Bauinspector als einheimische ordentliche Mitglieder, und Grosse, Maschinenmeister zu Neustadt E/W. als auswärtiges ordentliches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 10. April 1877.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr G. Meyer besprach den Inhalt der von ihm veröffentlichten Broschüre „Ueber eine neue Methode der Anlage und des Betriebes geneigter Ebenen für Schiffstransporte". Bei den in Deutschland neuerdings projectirten Canälen kommen mehrfach Fälle vor, in denen es angezeigt erscheint, statt der zum Schiffstransport zwischen Canalhaltungen mit erheblichem Höhenunterschiede gemeiniglich angewandten Schleusentreppen, wegen der Kostspieligkeit ihrer Anlage, wegen des oft nur mit grofsen Geldopfern zu befriedigenden Erfordernisses der Wasserspeisung und wegen der durch sie verursachten grofsen Betriebserschwernisse und Zeitverluste auf die Herstellung von Schiffsaufzügen bedacht zu sein, wie sie für den Transport kleinerer Schiffe auf älteren Canälen benutzt werden. Die bekanntesten Anlagen dieser Art sind die in England, Amerika und für den Elbing-Oberländischen Canal in Deutschland ausgeführten schiefen Ebenen, auf welchen die Canalschiffe mittelst auf Schienen laufender Wagen aus dem Wasser gehoben und durch stehende Dampfmaschinen mit Seilbetrieb auf- und abwärts bewegt werden. Zwischen den beiden Canalhaltungen sind wehrartige Rücken hergestellt, von deren Scheitel die schiefen Ebenen nach beiden Seiten hin bis in das Ober- und Unterwasser abfallen. Um den Uebergang der Wagen über diesen Scheitel zu ermöglichen, darf hierbei der Wagenrahmen der Länge nach nur von zwei Punkten durch Radgestelle unterstützt sein. Die Schwierigkeiten der Anordnung einer gröfseren Anzahl von Wagenrädern haben die Anwendung dieses Systems der schiefen Ebenen auf die Förderung gröfserer Schiffe, wie sie nach den neueren Erfahrungen für die Rentabilität der Canäle als erforderlich erachtet werden, unthunlich erscheinen lassen. Ein anderer Uebelstand beruht darin, dafs die Schiffe für den Uebergang über die geneigten Ebenen aus dem Wasser gehoben werden müssen und sowohl hierbei, als auch während des weiteren Transports Gefahr laufen, in einer Weise angestrengt zu werden, wie es leicht construirte Schiffe nach ihrer Bauart nicht vertragen.

Von amerikanischen Ingenieuren ist dieser Uebelstand für so wichtig gehalten, dafs man nach eingehender Prüfung der am Morris-Canal vorkommenden Schiffsrampen für später projectirte Canäle, insbesondere den Genessee- und Blackriver-Canal, von der weiteren Anwendung derselben Abstand genommen und sich wieder für die Wahl gewöhnlicher Schleusen entschieden hat.

In Anerkennung dieses letzterwähnten Uebelstandes hat man in England schon vor längeren Jahren mit gutem Erfolge versucht, kleinere Schiffe in Schleusenkammern schwimmend auf- und abwärts zu bewegen. Nach der einen Methode geschieht dieses in vertikaler Richtung, nach einer anderen auf einer gleichmäfsig ansteigenden Ebene mit einem Neigungsverhältnifs von 1 : 10. Um eine horizontale Lage der Schleusenkammern zu erreichen, haben die Wagen, welche sie tragen, am unteren Ende gröfsere Räder als am oberen. Die vertikale Hebung der Schiffe ist auch in neuester Zeit in England wieder zur Ausführung gekommen und soll in dem betreffenden Falle gut functioniren. Nur selten jedoch werden die örtlichen Verhältnisse eine solche Construction möglich machen.

In den meisten Fällen liegen die Anlagen zur Hebung und Senkung der Schiffe in so flach abfallendem Terrain, dafs zwischen den einzelnen schiefen Ebenen, deren Neigung bei den bisherigen Beispielen nirgends schwächer als 1 : 12 ist, noch längere horizontale Canalstrecken vorkommen, welche eine mehrfache Umladung der Schiffe zwischen Canal und geneigter Ebene nöthig machen. Dieser häufige Wechsel in der Bewegungsart ist wegen des Aufwandes an Zeit, Arbeit und Kosten, welchen er verursacht, als ein weiterer wesentlicher Nachtheil zu betrachten. Derselbe ist zu beseitigen durch Abflachung der Rampen auf ein der natürlichen Abdachung des Terrains sich anschmiegendes Neigungsverhältnifs, so dafs die Förderung der Schiffe in einer Tour zwischen der oberen und unteren Canalhaltung geschehen kann.

Dieses führt natürlich auf grofse Längenausdehnungen der geneigten Ebenen, gegenüber den bisherigen Beispielen, so dafs die Fortbewegung der Schiffe durch stehende Maschinen und Seile in den meisten Fällen nicht mehr vortheilhaft bleiben kann, namentlich dann nicht, wenn das Terrain der Anlage von Seilebenen ohne Curven, die den Seilbetrieb doch immer erschweren, grofse Hindernisse entgegenstellt. Damit wird man auf die Einführung des Locomotivbetriebes hingewiesen.

Die von dem Vortragenden vorgeschlagene neue Methode, welche die erwähnten Mängel der bisherigen Methoden vermeiden soll, besteht im Wesentlichen in einer Combination der Schifffahrt mit dem Eisenbahnbetriebe in der Weise, dafs da, wo die Terrainverhältnisse ein Aufgeben der Canalanlage anzeigen, auf die Herstellung einer Eisenbahn Bedacht genommen ist, auf welcher die Schiffe, in Kammern schwimmend, mit Locomotiven fortbewegt werden sollen.

Die das Schiff aufnehmende bewegliche Schleusenkammer (der Wagen) besteht aus einem mit Blechwänden umschlossenen starren Obertheile und einem gegliederten, durch Verbindung einzelner Wagengestelle gebildeten Untertheile. Die Umschliefsungswände der zur Aufnahme des Schiffes und des Wassers bestimmten Kammer sind an den Langseiten und vorn fest, die Wand am unteren Ende kann zum Aus- und Einlassen der Schiffe niedergelegt werden. Der Obertheil des Wagens steht horizontal, die Radgestelle müssen daher, der Neigung der schiefen Ebene entsprechend, am unteren Ende höher sein als am oberen. Zum Aus- und Einfahren der Schiffe wird der Wagen mit dem unteren Ende vor eins der Schleusenhäupter gelegt, mit welchem der Canal abgeschlossen ist. Durch Oeffnen der Thore am Schleusenhaupte und am Wagen wird die Wasserverbindung zwischen letzterem und dem Canal hergestellt, durch Schliefsung derselben wieder unterbrochen. Steht ein Schleusenwagen zur Abfahrt bereit, so wird er durch eine Locomotive gewöhnlicher Construction bis auf den Scheitel der geneigten Ebene gefahren und von hier nach Umlegung einer Weiche nach dem zum Abschlufs der zweiten Canalhaltung dienenden Schleusenhaupte herabgelassen. Bei der Aufwärtsbewegung steht die Locomotive vor, bei der Abwärtsbewegung hinter dem Wagen. Um die Weichencurven auf dem Scheitel zwischen den beiden Canalhaltungen und durch andere in der freien Bahnstrecke vorkommende Curven, deren Anwendung die Tracirung erleichtert und bei der verhältnifsmäfsig grofsen Längenausdehnung der Bahn nothwendig wird, durchfahren zu können, ruht der starre Obertheil des Wagens auf Rollen, welche an den Rahmen der einzelnen Wagengestelle befestigt sind, so dafs im mittleren Theil des Wagens eine geringe seitliche Verschiebung beider Theile zu einander stattfinden kann. Vorn und in der Nähe des hinteren Endes werden Ober- und Untertheil des Wagens nach Art der Drehschemel mit einander verbunden.

Die unteren Wagenrahmen hängen, wie bei Locomotiven der Eisenbahnen, an starken Federn, welche durch die Achsschenkel der Laufräder getragen werden. Von letzteren sind der Quere nach je vier angeordnet, die beiden mittleren, mit Spurkränzen, auf einer gemeinschaftlichen Achse sitzend und auf einem Geleise der gewöhnlichen Spur laufend, die beiden äufseren mit glatten Radreifen und jedes mit einer besonderen Achse, um die Anordnung der Weichen zu vereinfachen und den Widerstand in den Curven zu vermindern.

Die Construction der Wagen ermöglicht die Anordnung fast jeder beliebigen Anzahl von Rädern und damit die Anwendung des Systems für Canalschiffe aller bisher in Vorschlag gekommenen Dimensionen.

Durch die Mitführung des zur Flotterhaltung der Schiffe erforderlichen Wassers ergiebt sich hier ein Verhältnifs der Nutzladung zu der bei Eisenbahngüterzügen gleicher Bruttolast von etwa 3 : 2. Bei Schiffen von 5000 Ctr. Ladung beträgt diese beispielsweise 44 % der Bruttolast, während bei vollbeladenen Eisenbahngüterzügen die Nutzlast rund 66 % der Bruttolast ausmacht.

Nach der in oben erwähnter Broschüre enthaltenen Kostenvergleichung ergeben sich die Minderbaukosten einer geneigten Ebene des beschriebenen Systems mit 1 : 200 Neigung gegenüber dem einer Schleusentreppe für Schiffe von 5000 Ctr. Ladungsfähigkeit

bei einem Gefälle von 60^{m}, bezw. 20 Schleusen à 3^{m}, zu etwa 2 Millionen Mark,

bei einem solchen von 30^{m} Gefälle, bezw. 10 Schleusen, zu 800000 Mark,

ohne die Ersparung, welche durch Wegfall der für die Speisung der Schleusen erforderlichen Anlagen herbeigeführt wird.

Pro Centner und Meile ist die Ersparung an gesammten Transportkosten einschliefslich der Zinsen der Minderbaukosten ermittelt: bei 60^{m} Gefälle zu 67 %, bei 30^{m} Gefälle zu 46 % der Transportkosten auf Schleusentreppen.

Je schwächer das Gefälle, desto geringer wird der Vortheil, bis er unter den gemachten Annahmen bei 15^{m} Gefälle bezw. 5 Schleusen schon fast verschwindet.

An der sich anschliefsenden Besprechung des vorgeschlagenen Systems, insbesondere darüber, ob dem Untergestelle des Wagens überall eine gleichmäfsige Belastung zu Theil werden würde und ob die Wagenconstruction auch den Uebergang aus einem schwächeren in ein stärkeres Gefälle der geneigten Ebene mit ausreichender Sicherheit gestatte, resp. ob die seitliche Verschiebung der Zwischen-Räderpaare in den Curven in entsprechender Weise erfolgen werde etc., betheiligten sich die Herren Weishaupt, Schwedler, Streckert und der Vortragende.

Herr Frischen erklärte hierauf den von Edison construirten Apparat zum Vervielfältigen von Schriftstücken. Der Apparat besteht aus einer Hülse in Form eines Schreibstiftes, welche im Innern eine grofse Zahl feiner Nadeln enthält, die durch ein mit einer elektrischen Batterie in Verbindung stehendes, am oberen Theil der Hülse befindliches Uhrwerk in Bewegung gesetzt werden. Beim Schreiben mit diesem Stift drücken die Nadeln, welche sich mit einer aufserordentlich grofsen Geschwindigkeit auf und nieder bewegen, die Form der Buchstaben in feinen kaum sichtbaren Löchern in das Papier. Durch Ueberdrücken von gut gehaltener Druckerschwärze über das auf vorerwähnte Art beschriebene Papier wird die Schrift auf das darunter liegende Papier übertragen. Proben mit diesem Apparat ergaben, dafs die Schrift eines Blattes in Zeitraum von einer Minute auf mehrere Blätter übertragen werden konnte.

Am Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung die Herren Victor Richter, Oberstlieutenant a. D., Schwieger, Baumeister, Hermann Weber, Bauinspector, und Bieske, Baumeister, als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Literatur.

Vorträge über Canalisation und Abfuhr. Von Dr. **Max v. Pettenkofer**, k. Obermedicinalrath, Professor an der Universität zu München, in den „Mittheilungen und Auszüge aus dem Aerztlichen Intelligenzblatt." III. Serie, No. 4 bis 10. München, bei Jos. Ant. Finsterlin. 1876.

Diese Vorträge, welche in einer durchaus allgemein verständlichen Art gehalten sind, möchten wohl geeignet sein, manche Vorurtheile, welche besonders bei Laien noch gegen die Einführung der Canalisation in gröſseren Städten vorhanden sind, zu beseitigen. Vornehmlich wird der Leser dieser Vorträge zu der Ueberzeugung kommen, daſs das System der Abfuhr, wenn auch in zweckmäſsiger Weise in kleineren Städten ausführbar und in der That z. B. in Heidelberg mit günstigem Erfolge zur Ausführung gelangt, doch immer nur die festen und einen verhältniſsmäſsig geringen Theil der flüssigen Excremente aus den Städten zu beseitigen vermag, daſs aber zur Abführung der bei weitem gröſseren Menge der flüssigen Abfälle des menschlichen Haushalts ohne Verunreinigung des Bodens und der Luft doch nichts übrig bleibt, als sich neben der Abfuhr der Canalisation zu bedienen. Es ist also die Herstellung eines Canal-Netzes unter allen Umständen nothwendig, wenn gegen die bestehenden Verhältnisse eine wesentliche Besserung geschaffen werden soll. Wie wenig verhältniſsmäſsig ein System, welches sich nur auf Fortschaffung der Excremente beschränkt, für ausreichend erachtet werden kann, möchte am besten aus den nachstehenden Ausführungen Pettenkofer's zu ersehen sein:

„Rechnet man durchschnittlich für eine Person im Jahre:
34 Kilo Koth,
428 - Harn,
90 - Küchenabfälle u. Hauskehricht ($^1/_4$ Kilo pro Tag),
15 - Asche bei Holzfeuerung ($1{,}_5$ % vom Holze),
so beträgt dies

567 Kilo pro Kopf und Jahr.

Diese Zahlen sind einem Durchschnittsverhältniſs aus einer Bevölkerung von Erwachsenen und Kindern entnommen, und erscheinen als gewaltige Gröſsen, wenn man berücksichtigt, daſs das Durchschnittsgewicht des Individuums, sehr hoch gerechnet, 42 bis 45 Kilo beträgt. Nun kommt aber noch ein anderer Stoff hinzu, den wir gewöhnlich gar nicht in Betracht ziehen, der aber gerade unsere Wohnstätten so recht verdorben hat. Das sind die flüssigen Abfälle, das Haus- oder Gebrauchswasser, das von der Küche und Waschküche, der Reinigung des Hauses etc. kommt. Dieses wurde bisher ausgegossen und mochte sich eben seinen Weg suchen.

Verschiedene, ziemlich übereinstimmende Untersuchungen haben nun ergeben, daſs per Kopf und Tag 30 Liter solchen Wassers treffen. Wenn man nun annimmt, daſs ein Drittel davon nicht fortgeschafft zu werden braucht, sondern verdunstet, so bleiben immer noch 20 Liter per Kopf und Tag übrig; somit berechnen sich für das Jahr 7300 Kilo Abfallwasser. Wenn man diese zu den oben genannten 567 Kilo Abfallstoffe addirt, so ergeben sich 7867 Kilo per Kopf und Jahr im Durchschnitte, sohin mehrere zweispännige Fuhren. Hier möchte ich noch aufmerksam machen, daſs die Harnmenge allein das durchschnittliche Körpergewicht eines Menschen im Jahre um das Zehnfache übersteigt.

Aus diesen Zahlen dürfte auch für Jedermann einleuchtend sein, wie unvollkommen unsere bisherigen Methoden zur Entfernung dieser Abfälle gewesen sein und in wie hohem Maaſse sie zur Verunreinigung unserer Wohngebäude beigetragen haben muſsten. Bisher hatte der Boden sicher mehr als 90 % davon zu verarbeiten. Wenn wir künftig auch nicht Alles entfernen können, so müssen wir dennoch streben, das Maaſs der Verunreinigung auf 20 %, vielleicht auf 10 % abzumindern. Die Kosten hiefür decken sich leicht durch den Wegfall der Ausgaben, welche wir schon bisher oft bei Epidemieen ohne alles Murren geleistet haben."

Ebenso kann den nachfolgenden Ausführungen des Vortragenden hinsichtlich der wirklichen Leistungsfähigkeit eines Tonnensystems, auch in Bezug auf landwirthschaftliche Interessen nur zugestimmt werden: „Ich habe bereits gesagt, daſs wir durch ein rationelles Tonnensystem mit einer ventilirten Abtrittröhre den Boden und die Luft des Hauses vor Verunreinigung schützen können, und wer Lust hat, diese Einrichtung zu treffen, dem kann vom Standpunkte der Hygiene aus kein Vorwurf gemacht werden. Wohl aber kann man einen schweren Vorwurf erheben, wenn die Vertreter des Tonnensystems behaupten, daſs wir bei Einführung desselben die theure Canalisirung nicht brauchen. Das ist eine Unwahrheit. Wir bedürfen doch der Canalisirung; denn gerade die flüssigen Abfälle des menschlichen Haushaltes sind der Masse nach weitaus gröſser und bedeutender als die festen. Wir müssen unsere Wohnungen besser drainiren, wir müssen sie aus diesen Mulden von Gruben zu einer höheren Lage herausheben, wenn wir gesünder wohnen wollen. Wenn man nun doch canalisiren, die Canäle gehörig spülen und das nöthige Quantum Wasser beschaffen muſs, so ist es nur eine Frage der Finanz, was wohlfeiler sei, diesen Spülcanälen die Excremente zu übergeben oder letztere zu sammeln und abzuführen. In diesem Falle können die Excremente recht gut als Dünger für die Landwirthschaft verwendet werden. Aber dann muſs die Landwirthschaft dafür eintreten, und den Hauseigenthümern die Beseitigung dieser Abfälle ermöglichen! Sie muſs etwas dafür bezahlen. Jetzt wollen die Oekonomen uns zwingen, ihnen den Dünger auf ihre Felder zu führen und dafür, daſs wir den Dünger auf ihren Aeckern abladen dürfen, sogar noch zu bezahlen. Das ist ein unnatürliches Verhältniſs, und wird deshalb auch, namentlich in gröſseren Communen, nicht durchdringen. Der Wassertransport ist, wie im Allgemeinen, so auch für die Excremente billiger als der Transport zu Lande. Dies wird der einfache Grund sein, warum, so lange die Landwirthschaft für die Abfuhr nichts bezahlt, die Excremente dem Spülsystem zufallen.

Die Vertreter des Tonnensystems dürfen sich auch nicht der Täuschung hingeben, daſs es in Wirklichkeit möglich sei, in canalisirten Städten die Excremente immer in Fässern zu sammeln. Die flüssigen Abgänge werden stets zum gröſseren Theile fortgeschüttet werden. Und da gerade im flüssigen Theile der Excremente die meisten festen und für die Landwirthschaft werthvollsten Stoffe enthalten sind, wäre das Tonnensystem auch für den Feldbau nur eine Halbheit."

Hiernach ist nach Ansicht des Referenten nicht mehr zweifelhaft, welchem System, ob Abfuhr für die festen Stoffe und Canalisirung für die flüssigen, oder ob Schwemmsysteme für sämmtliche Abfälle, wenigstens bei grofsen Städten, der Vorzug zu geben sei.

Schwierigkeiten verursacht nur noch die Frage: Wo bleibt man bei Anwendung des Schwemmsystems mit dem Canal-Wasser ohne Schädigung der Interessen der Landwirthschaft und ohne anderweit aufserhalb der Städte Unzuträglichkeiten für die Bewohner zu schaffen? In dieser Beziehung bemerkt der Vortragende sehr richtig, dafs neuerdings von der Technik in den Rieselfeldern ein Mittel gefunden sei, das, soweit die vorliegenden Erfahrungen ein Urtheil gestatten, nach beiden oben erwähnten Richtungen Genügendes zu leisten verspricht. Freilich ist dies Mittel in Folge localer Verhältnisse nicht überall oder doch nur unter Aufwendung ganz unverhältnifsmäfsiger Kosten anwendbar. In solchen Fällen bleibt dann allerdings nichts übrig, als Wasserläufe zur Aufnahme des Canal-Wassers zu benutzen, und auch hiergegen möchte nichts einzuwenden sein, sofern das in Frage kommende Gewässer nur die nöthige Wassermenge mit sich führt und vornehmlich hinreichendes Gefälle besitzt, worauf, wie Pettenkofer eingehend und überzeugend nachweist, besonders Gewicht zu legen sein wird. Trifft auch diese Voraussetzung nicht zu, dann ist die Einführung des Canal-Wassers in die Flüsse, selbst wenn der betreffende Flufs bedeutende Wassermengen abführt, nicht unbedenklich, wie dies das Beispiel von Paris und London beweist.

Die Gotthardbahn. Bemerkungen zur Reform dieses Unternehmens von A. Thommen, gew. Bauleiter der Brennerbahn und gew. Kg. Ung. Staatseisenbahn-Baudirector. Wien 1877. Lehmann u. Wentzel.

Bei dem lebhaften Antheile, mit welchem die Angelegenheit der Gotthardbahn nicht allein von Fachmännern, sondern überhaupt von einem grofsen Theile der europäischen Bevölkerung verfolgt wird, ist es von grofsem Werthe, wenn erfahrene Männer einer Untersuchung der Mittel und Wege zur Rettung des Unternehmens aus seiner gegenwärtigen Bedrängnifs sich unterziehen und die Ergebnisse ihrer Studien veröffentlichen. Der in Fachkreisen wohlangesehene und mit den Verhältnissen der Gotthardbahn vertraute Verfasser entwickelt auf den 94 Seiten der vorliegenden Schrift mit grofser Sachkenntnifs und Gründlichkeit seine Ansichten über die Reform des Unternehmens. Dieselben weichen von den meisten, bis jetzt bekannt gewordenen Vorschlägen in wesentlichen Punkten ab, und verdienen mit Recht weitere Kenntnifs und volle Würdigung.

Aus einer Darstellung der finanziellen Lage der Gotthardbahn-Gesellschaft und einer eingehenden Beleuchtung des Verkehrs, welchen die Bahn zu erwarten hat, ergiebt sich, dafs die Gesellschaft aufser Stande sich befindet, das nach dem jetzigen Bauprogramme etwa 100 Millionen Francs betragende Deficit aufzubringen, und dafs ebensowenig bei den Subventions-Staaten auf die Uebernahme so schwerer Opfer gerechnet werden kann. Auch durch blofse Aenderungen an Einzelheiten des Projectes ist wenig zu helfen. Es bleibt nur übrig, das ganze Unternehmen einzuschränken, umzugestalten. — Zunächst ist es ohne wesentliche Beeinträchtigung der Einnahmen möglich, den Ausbau der Zweiglinien Luzern-Immensee und Zug-Arth im Norden, und Cadenazzo-Pino im Süden einstweilen entfallen zu lassen, und die Ausführung auf die durchlaufende Hauptlinie Immensee-Schwyz-Altorf-Gotthard-Biasca-Lugano-Chiasso zu beschränken. Aber die hiervon zu erwartenden Ersparnisse betragen nur 20 Millionen Fr., darum sind weitere beschränkende Aenderungen nöthig.

Die nun folgenden Erörterungen sind von ganz besonderem und speciell technischem Interesse, und ev. am einflufsreichsten für die künftige Gestaltung der Bahn. Bekanntlich sind die Bergstrecken Silenen-Göschenen und Airolo-Bodio mit Maximalsteigungen von 25 — 27 ‰ und mit 280^{m} als kleinstem Krümmungshalbmesser entworfen, woraus eine Länge dieser Strecken von 65^{Km} und die Anwendung künstlicher Hebungsmittel (Kreiseltunnel) sich ergiebt. Thommen schlägt vor, zu Steigungen von 45 ‰ (1 : 22) und Minimalhalbmessern von 250^{m} überzugehen, und weicht hiermit nicht wesentlich ab von den Vorschlägen der Experten des Schweizerischen Bundesrathes, welche 42 ‰ Maximalsteigung in Aussicht genommen, dabei aber an dem Adhäsionsprincipe festgehalten und zum Betriebe Locomotiven mit 10 gekuppelten Rädern vorgeschlagen hatten. Dieses System bekämpft der Verfasser und entwickelt aus den bei andern Bahnen gemachten Erfahrungen die schweren Bedenken, welche demselben bei Steigungen von mehr als 25 ‰ auf gröfseren Bahnen entgegenstehen. An Stelle desselben soll vielmehr das von Riggenbach und Zschokke auf der Rigibahn angewendete, bis jetzt bestens bewährte und einer weiteren Ausbildung für gröfsere Bahnen unzweifelhaft fähige Zahnschienensystem auf den um 18^{Km} gekürzten, nunmehr also 47^{Km} langen Bergstrecken zur Ausführung gelangen. — In grofsen Zügen wird ein Bild der baulichen Ausrüstung und des Betriebssystems entworfen. Der Unterbau ist für ein Geleise der Doppelspur, jedoch erweiterungsfähig für das zweite Geleise anzulegen. Die gesammte Bahn ist in jener sparsamen Bauart auszuführen, welche für die Schweizerischen Alpenstrafsen sich so vortrefflich bewährt hat. Oberbau und Fahrpark sind in bester Qualiät zu beschaffen. Für den Betrieb bilden Flüelen und Biasca die Uebergangsstationen vom Adhäsions- und Zahnschienensystem, Vorspann wird in Silenen beigestellt. Reserve-Wasserstationen sollen nicht an den Maximalsteigungen, sondern an kurzen Horizontalen liegen. Die gröfste Belastung eines Gotthardtgüterzuges wird mit 350 Tonnen (30 Wagen) angenommen; leichtere Züge lassen sich für die Fahrt durch den Tunnel zu Doppelzügen mit einer Maschine zusammenstellen. Die von Flüelen nach Göschenen und von Biasca nach Airolo verkehrenden Schiebmaschinen kehren mit Gegenzügen in ihre Ausgangsstationen zurück.

Die durch dieses Programm zu erzielenden Ersparnisse werden auf 70 Millionen Fr. im Ganzen berechnet, und bei gröfster Sparsamkeit eine Herabminderung des Deficits auf 20 — 25 Mill. Fr. in Aussicht genommen. Auf dieser Basis wird schliefslich ein neuer Finanzplan entworfen, und der Schweiz der energische Eintritt für eine umfassende Beschränkung des Bauprogrammes dringend empfohlen.

Dem Verf. gebührt für seine ebenso uneigennützige, wie interessante und mühevolle Arbeit die gröfste Anerkennung. Möge dieselbe dazu beitragen, das grofsartige Unternehmen aus seiner gegenwärtigen Lage bald zu befreien und seiner Vollendung entgegenzuführen!

Inhalt des siebenundzwanzigsten Jahrgangs.

I. Amtliche Bekanntmachungen.

II. Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

A. Landbau.

B. Wasser-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

D. Allgemeines aus dem Gebiete der Baukunst.

E. Bauwissenschaftliche und Kunstnachrichten.

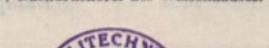
F. Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

III. Literatur.

Nekrolog.


Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.



